



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

URBAN REGNSKOG

VATTEN & VEGETATION

SOM DESIGNRESURS

Lina Fors

Självständigt arbete • 30 hp
Landscape Architecture - master's programme
Alnarp 2015

URBAN REGNSKOG, VATTEN & VEGETATION SOM DESIGNRESURS

URBAN RAIN FOREST, WATER & VEGETATION AS DESIGN RESOURCES

Författare: Lina Fors

Handledare: Anders Busse Nielsen, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Mats Gyllin, SLU, Institutionen för Arbetsvetenskap, ekonomi och miljöpsykologi

Bitr examinator: Karin Svensson, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 30 hp

Nivå och fördjupning: A2E

Kurstitel: Master Project in Landscape Architecture

Kurskod: EX0775

Program: Landscape Architecture - master's programme

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2015

Omslagsbild: Lina Fors

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: öppen dagvattenhantering, blågröna typologier, regnbädd/rain garden, bioretention, biotopdesign, urbanekologi

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

TACK TILL

Anders Busse Nielsen, min handledare som alltid lika positiv och full av energi hjälp och guidat mig genom detta arbete, som jag även har att tacka för begreppet regnskog.

Kent Fridell som med sitt personliga engagemang och specialist-kunskaper i dagvattenhantering har varit en ovärderlig hjälp.

Roland Gustavsson som med sin stora kunskap om landskap, har varit en viktig person att diskutera val av referenslandskap med i arbetets inledande fas.

Jörg Brunet, som hjälpt mig att hitta fram till de finaste alkärren i Skånes skogar och inte minst lärde mig skilja på de olika typerna av klibbalskog.

René Sommer Lindsay som bjöd in mig till projektet Klimakvarter och tog sig tid att diskutera möjliga platser att arbeta med.

Cecilia Parin för hjälp med ovärderliga kontakter & Ann-Sofi Högborg för att jag fick sitta på kontoret i Malmö.

Nicholas Delahooke för sitt engagemang, stöd och goda växtråd.

Emelie Lilja som stöttat mig i arbetet och gett värdefulla aspekter på arbetets inledande delar.

Anna Sjökvist som hjälp mig med textbearbetning.

Karin Weber för för uppmuntran och språkbearbetning.

SAMMANDRAG

Hantering av regnvatten på ett hållbart sätt är en av flera strategier som behöver utvecklas för att bygga resilienta städer. I detta projekt undersöks relationen mellan vatten och vegetation och de unika förutsättningarna detta ger för gestaltning.

Genom en fördjupad studie av naturlika biotoper, främst olika typer av klibbalskogar, har jag samlat material som tecknar sambanden. Detta material fungerar som bakgrund till ett förslag till utformning av en öppen dagvattenhantering med särskilt fokus på träd i en befintlig stadsmiljö.

Genom en kort introduktion till Köpenhamn kommuns strategiska klimatarbete med dagvattenhantering i *Klimakvarter* på Østerbro förhåller sig detta småskaliga projekt till ett större sammanhang. Syftet med projektet är att bidra till grönare gaturum med synligt vatten genom nya typologier av funktionell design med vegetation och vatten utan att kompromissa med estetiska värden.

ABSTRACT

Stormwater management in a sustainable manner is one of several strategies that need to be developed to build resilient cities.

In this project I have investigated the relationship between water and vegetation and the unique prerequisites it provides for design. Through an in-depth study of natural biotopes, mainly various types of alder forests, I have collected material presenting this association. The material serves as a background for a design proposal of open stormwater systems with a special focus on trees, in an existing urban streetscape. A brief introduction to Copenhagen municipality's strategic climate adaptation work with stormwater management in eastern Copenhagen, puts this small-scale intervention in a larger context. The purpose of this project is to contribute to the greening and visualisation of the water element in urban environments with new green typologies of functional design that utilize surface runoff without compromising on aesthetical values.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	1	II. VATTEN & VEGETATION SOM DESIGNRESURS	22
Bakgrund		Översikt referenslandskap: lokaler	23
Frågeställning	2	Översikt över identifierade arter	24
Mål & syfte		Billingabäcken bäckalskog	25
Material & metod		Svaneholms alkärr	31
Avgränsingar	4	Stenshuvud sockelalkärr & avenbokskog	37
		Risen sankäng	43
I. VATTEN & VEGETATION I EN URBAN KONTEXT	5	SAMMANFATTNING & DISKUSSION REFERENSLANDSKAP	49
URBANA LANDSKAP	6		
Staden & klimatet		III. DESIGN MED VATTEN & VEGETATION.	51
Långsiktigt hållbara städer		BAKGRUND ØSTERBRO	52
Urbana ekosystem	7	Kommunens övergripande strategi	53
Resilient design & ekosystemtjänster	8	Klimatanpassning	54
Begreppsförklaringar	9	Projekt inom Klimakvarter	55
		Lokala strategier	56
EN INTRODUKTION TILL ÖPPNA DAGVATTEN-SYSTEM MED VEGETATION	10	GESTALTNINGSFÖRSLAG	57
Vatten & hydrologi		Kvarteret kring Reersøgade	
Innebörden av nederbörd		Lokala förutsättningar	58
Det urbana hydrologiska kretsloppet	11	Analys av lokala förhållanden	59
Långsiktigt hållbar dagvattenhantering		Områdesöversikt	60
Dagvattnets kvalitet	12	Typologi 1: skogsslänt	61
Öppna dagvattenlösningar		Typologi 2: alkärr	63
Regnbäddar	13	Typologi 3: regnskog	67
Vegetationens funktion	14	Typologi 4: sankäng	71
Dagvattenlösningar & deras funktion	16	Typologi 5: meandrande bäck	73
Fallstudier av öppna dagvattenanläggningar	17	AVSLUTANDE DISKUSSION	75
		REFERENSER	77

INLEDNING

BAKGRUND

Vatten i dess olika former är ett grundläggande landskapselement. Vattnet formar landskapet tillsammans med topografin som leder vattnets vägar. I urbana miljöer har vattnet inte givits den plats det behöver och de dominerande hårdgjorda ytor skapar problem med översvämningar och sänker vattnets kvalitet. I dagens städer finns problem med översvämningar och med perspektiv på att nederbördsmängderna i Norden förväntas öka framöver, är det hög tid att förbättra stadens strukturer till ett mer hydrologiskt balanserat landskap. Vattnet har paradoxalt nog blivit ett hot mot människors urbaniserade och moderna levnadssätt, samtidigt som det är en grundläggande förutsättning för livet. Vi måste hitta sätt att balansera och anpassa våra byggda miljöer och se vattnet som en resurs. Vattenfrågan är en aktuell nyckelfråga för att våra städer lättare ska kunna bli mer resilienta och anpassas för att hantera extrema väder och förändringar av olika slag.

Hantering av regnvatten på ett hållbart sätt är en av flera strategier som måste utvecklas för att bygga resilienta städer. Lokalt omhändertagande av dagvatten är en faktor att planera med inför framtiden och att skapa utrymme för dagvattnet i staden kommer tids nog att bli en naturlig del av planeringen, liksom andra allmänna ändamål (Stahre 2004). I aktuella riktlinjer för en ekologiskt hållbar utveckling för den byggda miljön är öppen, miljöskapande dagvattenreducering- och fördröjning vid nybyggnation en avgörande faktor för att nå den högsta miljöklassen i Miljöbyggprogram Syd (version 2, 2012) vars miljökrav är högre än Boverkets. I dessa krav ingår också anläggandet av biotoper.

När dagens städer förtätas, ofta på bekostad av gröna ytor, förminskas den urbaniserade människans tillgång till gröna miljöer och kvaliteten på de ytor som finns blir desto viktigare. Jag menar att de dominerande vegetationsstrukturerna i stadens gröna typologier behöver vidareutvecklas. Parker och andra gröna miljöer är generellt standardiserade med landskapsparken som rådande

stilideal, både i planering och förvaltning. I många fall saknas också en detaljriktighet vilket leder till en likriktning och begränsning i användande och funktioner för både människor och djur. Om de urbana ekosystem som utgår ifrån en traditionell hortikultur kan förändras till att vara baserade på ekologiska principer och att introducera mer vilda miljöer i städerna kan de vara ett försök att kompensera förlorade vardagliga erfarenheter av natur (Kendle & Forbes 1997). I boken Rambunctious garden skriver Emma Marris (2011, s. 146) ”The new look and feel is rambunctious, diverse and more like wild spaces”. Det stämmer också med vad Boverket formulerar i Mångfunktionella ytor: klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur ”vad som är stadsmässigt borde omformuleras” (Boverket 2010, s.33).

I detta projekt tar jag utgångspunkt i det vilda, i naturens egna system i en process där jag använder naturpräglade landskap som referenser. För att fördjupa förståelsen av vattnets vägar och dess relation till landskapet och specifika biotoper vill jag arbeta med design av vegetation som är anpassad för urban dagvattenhantering. Att arbeta med gröna och blå strukturer, strategiskt planerade i befintlig bebyggelse är något Boverket (2010) kallar mångfunktionella ytor, där vatten och vegetation på olika sätt samverkar för att förbättra stadsmiljön genom att sänka temperaturen, förbättra luften och hantera förväntade ökade regnmängder.

En stad som arbetar aktivt med klimatanpassning är Köpenhamn. År 2011 drabbades staden av extremt kraftig nederbörd som ledde till stora översvämningar. Detta gjorde att Köpenhamns kommun nu aktivt arbetar med klimatanpassningsstrategier och nya lösningar som ska förbättra förutsättningarna inför framtida översvämningsscenarion och samtidigt göra staden mer grön. Jag har valt att sätta mig in i Köpenhamns klimatarbete eftersom de ligger i framkant på detta område. Staden blev också vald till European Green Capital 2014. I de stadsdelar som löper störst risk att drabbas av översvämningar har klimatarbetet redan startat.

På Österbro har de valt att arbeta med klimatanpassning för hela stadsdelen kallat klimakvarter och det är tänkt att området ska fungera som en modell för framtida fortsatt arbete. Målet är ett mer resilient Köpenhamn med mindre hårdgjorda ytor till fördel för blå och gröna strukturer. Genom att arbeta med vegetation som en del av stadens dagvattenlösningar bidrar man även till en grönare stad.

Språket vi använder kan skapa en konceptuell infrastruktur för framtidens visioner om hållbar utveckling. Visioner kan leda vägen framåt för forskning och design och hjälpa till att konkretisera nya mönster eller element i en hållbar infrastruktur. Mot bakgrund av detta har jag valt uttrycket regnskog som en del av titeln. Min tanke är att genom landskapsstudier och gestaltning undersöka konceptet regnskog, på engelska rain forest som är tänkt som en parafras på konceptet rain garden (regnbädd på svenska). Översatt till svenska förlorar det tyvärr sin funktion som ordlek, men tanken är att introducera ett relativt nytt koncept i stadens gröna typologier. I Skt.Kjelds kvarter på Österbro är Tåsinge Plads en av de första platserna som omgestaltas och där har kontoret GHB Landskapsarkitekter planerat en miljö de kallar just regnskov. Konceptet är introducerat på flera håll vilket visar att det är aktuellt med nya gröna typologier i stadens gröna rum idag. Med regnskog vill jag även att understryka värdet av lignoser i dagvattenlösningarna.

FRÅGESTÄLLNINGAR

Hur kan öppen dagvattenhantering med vegetation användas som en resurs för gestaltning av en mer resilient och grön urban miljö?

Vilka möjligheter och begränsningar ger omhändertagande av dagvatten för vegetationsdesign?

SYFTE

Syftet är att utforska möjligheterna med klimatanpassad design, där funktionen och det estetiska uttrycket står i fokus. Relationen mellan vatten och vegetation undersöks och de unika förutsättningarna detta ger ska utnyttjas. Genom en studie av naturpräglade biotoper undersöks hur de kan fungera som underlag till vegetationsdesign med träd i öppna dagvattensystem i en urban miljö.

MÅL

Målet är förslag till utformningsidéer till öppen dagvattenhantering med träd i en befintlig stadsmiljö, som baseras på och knyts ihop med en fördjupad studie av naturlika biotoper. Detta är tänkt som ett bidrag till hur en grönare och mer resilient stadsmiljö kan skapas genom funktionell design utan att kompromissa med estetiska värden.

METOD

Arbetet delas upp i tre delar där huvudsyftet är att utforska klimatanpassad design genom en kvalitativ metod. Den inledande delen är en teoretisk grund i form av en litteraturgenomgång där jag relaterar detta projektet som genomförs inom ramen för landskapsarkitektur, till det vetenskapliga fältet urban ekologi. Min frågeställning om hur ekologisk dagvattenhantering med vegetation kan användas som en resurs för gestaltning av en mer resilient och grön urban miljö bygger på definitionen av urbana landskap och vad som karaktäriserar dem och det diskuteras i den inledande texten. På vilket sätt kan gröna och blå designinterventioner bidra till att göra städer mer resilienta? Det leder till frågan om vad dagens aktuella globala klimatsituation innebär och förväntas komma att innebära. Mina ambitioner är på intet sätt att vara uttömmande inom detta ämnesområde och tiden är begränsningen för de efterforskningar jag har möjlighet att göra. Jag har använt underlag i form av tryckta böcker, forskningsrapporter, artiklar och föreläsningar. Nyckelord är urban

ekologi, ekosystem, gröna typologier, stadens natur, blå och grön infrastruktur, översvämning, regnbädd eller rain garden (eng.), bioretention, ekologisk dagvattenhantering, skogssystem.

Den följande delen med landskapsstudier är en slags fallstudier av habitat som jag benämner landskapsreferenser, efter ett kursmoment i masterkursen Dynamic Vegetation Design. De är en del av gestaltungsarbetet som baseras på observerande studier av habitat som sammanfattas genom designkoncept. Landskapsstudierna har beröringspunkter med ekologi och är en bildbaserad kartläggning av specifika vegetationstyper och deras samspel med vatten. Andra relevanta faktorer att inbegripa är geologi, topografi, klimat och kulturpåverkan. Syftet är att identifiera strukturer, mönster och formspråk, växtarters och grupper av arters specifika plats och uttryck i ett system. Utifrån landskapsstudierna utarbetas funktionella designkoncept för integrerad dagvattenhantering som är tänkt att fungera som ett konkret underlag för platsgestaltning.

För denna dokumentation används profildiagram tillsammans med kronprojektionsdiagram och enklare täckningskartor. Profildiagram som metod bygger på ett empiriskt lärande genom studier av levande processer i fält och innebär ett införlivande av kunskap i en långsam process (Gustavsson 2009). Metoden som Roland Gustavsson har utarbetat knyter samman landskapsarkitektur med ekologi och fenomenologi och är särskilt användbar för en ny och mer långsiktigt hållbar vegetationsdesign. Observationer genom tecknande ger en fördjupad kunskap i detaljer och pågående processer och en standardisering eller överdriven förenkling kan undvikas (Gustavsson 2009). Profildiagrammetoden som först utarbetades av Paul Richards med medarbetare (ibid.) är sektioner genom ett skogsbestånd som studerar den karaktäristiska strukturen i form av stratifiering, vegetationens vertikala disposition. Profildiagram beskriver stratifiering och struktur i beståndets totala storlek, höjd och täthetsvariation. Krondiagram och täckningskartor beskriver mönster och tätheten i olika skikt. Fysionomi avser främst enskilda växters egenskaper

som storlek, form och färg på blad, blommor, frukter, knoppar, stammar och så vidare men också storlek, arter och indikatorarter (Gustavsson 1981). Kartläggningen av vegetationsstrukturer bygger på tre komponenter; vertikal disposition (stratifiering), horisontell disposition (individens rumsliga distribution) och varje arts mängd/antal (Kershaw & Looney 1985). En fältskiktsanalys med artinventering genom horisontell disposition och mängd kompletterar profildiagrammen. Enligt Gustavsson (2004) finns två huvudsakliga egenskaper hos vegetationen att studera, textur/fysionomi och struktur. Textur/fysionomi fokuserar på individuella växters kvaliteter och strukturer syftar på vertikala och horisontella mönster. De strukturella studierna fokuserar på sambanden mellan form och dynamik och understryker att gestaltande med levande material alltid är en process.

Grafiska representationer i form av handgjorda teckningar är det mest ändamålsenliga tekniken för ett precist kartläggande av växternas form, täthet och karaktär (Foxley & Vogt 2011). Fotografi är ett komplement till teckningarna och används framför allt till landskapsbilder, att beskriva karaktären och att dokumentera material. Grafiskt material kompletteras med skriftliga beskrivningar och kartmaterial.

Jag har valt att arbeta med en gestaltungsprocess där information och inspiration hämtas direkt från naturen. En referens och inspirationskälla är botanisten Patric Blanc som genom sin forskning utvecklat en revolutionerande teknik för att bygga upp vertikala trädgårdar, både för miljöer ute och inne. Han arbetar med naturen som förebild och genom observationer av naturliga habitat som vattenfall, klippväggar, grottor och flodstränder för in en känsla av vild natur i staden (Blanc 2008).

Kontoret Vogt landscape architects arbetsmetoder beskrivna i Distance & engagement, walking, thinking and making landscapes (2011) har varit en viktig inspirationskälla. Deras arbetsprocesser med fältarbete genom exkursioner i landskap med fokus på specifika fenomen, exempelvis geologi, föregår fördjupat arbete med gestaltning.

Peter Gaunitz, landskapsdesigner och ekolog, som varit en förgrundsfigur i Sverige när det gäller biotopdesign är också han en viktig förebild. En tongivande landskapsarkitekt som jag också vill nämna är Herbert Dreiseitl (Atelier Dresietl, Tyskland) som arbetar mycket med vatten och klimatanpassning av städer. Helge Lundström är konstnär som gör vattenanläggningar med natursten och vegetation, som också han arbetar med naturen som främsta inspirationskälla. ”Det är från landskapet runt omkring oss vi hämtar våra intryck. Det påverkar vårt tänkande. Att lära sig läsa naturen innebär först och främst att man ska kunna se den” (Lundström & Geite 2000, s.16).

Sist men inte minst har kursen Dynamic vegetation design med Anders Busse Nielsen och Roland Gustavsson, del av Landscape Architecture Master Program 2013 varit en stor inspirationskälla där mitt fältarbete grundar sig på kursmomentet Referenslandskap.

AVGRÄNSNINGAR

För att förändra och anpassa stadens strukturer krävs integrerad kartläggning av gröna och blå strukturer för att utarbeta beslutsunderlag för fysisk planering, förvaltning och drift. Jag har valt att inte gå in på detta, min utgångspunkt är småskalig intervention som genom att konkret exemplifiera hur staden skulle kunna se ut och utvecklas och blir en liten komponent i ett större sammanhang. Att välja en relevant plats att arbeta med är ändå beroende av ett strategiskt planeringsarbete. Därför har jag inkluderat en kortare sammanställning av Köpenhamns klimatanpassningsstrategier för Österbro för att underbygga val av plats och sätta den i sitt sammanhang.

Vad gäller referenslandskapen har jag av praktiska skäl valt platser i Skåne som varit möjliga för mig att nå.

DEL I.
VATTEN & VEGETATION
I EN URBAN KONTEXT

URBANA LANDSKAP

INTRODUKTION

En teoretisk inledning motiverar värdet och nödvändigheten av att medvetet arbeta med klimatanpassning av dagens städer.

Klimatet är i förändring och dagens och morgondagens utmaningar för att bygga resilienta städer är stora.

Städer kan definieras som ekosystem med specifik karaktär, som bland annat utmärker sig genom ett rubbat hydrologiskt kretslopp. Möjligheterna att balansera detta kretslopp genom en mer hållbar dagvattenhantering i befintliga stadsrum, är den strategi som valts ut för detta projekt. Kapitlet beskriver också vad en långsiktigt hållbar dagvattenhantering innebär och vad vegetationen har för funktion i dessa system. Avslutningsvis refererar jag till fallstudier av öppna dagvattensystem som gjorts av andra och beskriver egna besök i två stadsdelar i Malmö, Västra Hamnen och Augustenborg, som integrerade system med öppet dagvatten.

STADEN & KLIMATET

Klimatet är i konstant förändring men i dagens antropogena biosfär förväntas förändringarna komma snabbt. Enligt Sveriges meteorologiska och hydrologiska instituts klimatscenarion kommer Sveriges klimat förändras med ökade medeltemperaturer, ökade regnmängder och kraftigare nederbörd och en förlängd vegetationsperiod. Regnmängderna kan öka med upp till 30 procent under det kommande seklet, avrinningen förväntas öka och dagar med kraftig nederbörd blir fler. I sydsverige kan regnmängder minska under sommaren, medan vintrarna blir mer instabila med ökade vattenflöden (SMHI 2013a).

Många globala risker med ett förändrat klimat koncentreras i urbana regioner. Värmeböljor, extrem nederbörd, översvämningar och luftföroreningar är exempel på fenomen som utsätter människor, tillgångar, ekonomier och ekosystem för påfrestningar. Ett första steg mot ett hållbarare samhälle är att anpassa dagens städer efter rådande variationer i klimatet (IPCC 2014).

I arbetet med att klimatanpassa befintliga stadsmiljöer för att mildra klimateffekterna har grönytor på strategiska platser en avgörande betydelse, särskilt hantering av vattenflöden, reglering av temperaturer och luftfuktighet. Boverket (2010a) kallar dessa strategiska platser för multifunktionella ytor som ska kunna ta hand om dagvatten, sänka temperaturerna under sommarmånaderna, skugga från skadligt UV-ljus genom att skapa solskydd, bidra till miljöer för rekreation och vila och öka den biologiska mångfalden. Yttertemperaturer är beroende av proportionen av gröna ytor och vegetation jämnar ut temperaturen genom evapotranspiration och sin skuggande effekt (Hadley, Pauleit & Gill 2007).

Karaktäristiskt för urbana miljöer i tempererade klimat är högre temperaturer än omkringliggande landskap på grund av stor andel hårdgjorda ytor och av den värmeenergi som alstras av mänskliga aktiviteter (Kendle & Forbes 1997). Skillnaderna i klimat mellan stad och land är mindre i blåsiga och molniga väder. Vindens hastighet är generellt lägre i staden men virvlar kan uppstå genom att vinden pressas ihop i centrala delarna på grund av stigande

varm luft (ibid.). Stora hårdgjorda ytor reflekterar solstrålar och lagrar dessutom termisk energi och evapotranspirationen är förhållandevis låg på grund av en liten andel vegetation och att regnvattnet snabbt leds ned i underjordiska avloppssystem (ibid.). Träd är också särskilt effektiva som klimatreglerare. Träd skuggar och förhindrar att hårdgjorda ytor värms upp. Lövträd som faller sina blad på hösten släpper genom ljus under vinterhalvåret, men skuggar under de varma sommarmånaderna (Boverket 2010). Träd kan också förändra luftströmmar, öka transpirationen och deras skuggande effekt kan sänka temperaturen och öka luftfuktigheten (ibid.).

LÅNGSIKTIGT HÅLLBARA STÄDER

En majoritet av världens befolkning bor idag i städer och städernas inverkan på hållbar utveckling är stor, både på lokal och global nivå. Städer förbrukar mycket resurser och behöver landytor många gånger större än sin egen areal för att försörja och ta hand om det avfall som produceras där (Hadley, Pauleit & Gill 2007). Städer kan definieras som tätt befolkade och bebyggda områden och kan inte förväntas bli självförsörjande eftersom ytorna inte räcker till, men det går att minska städernas ekologiska fotavtryck genom en kombination lösningar. Det kan exempelvis handla om mer energieffektiva byggnader, nya dagvattenlösningar, tillhandahållande och varsam skötsel av grönytor, matproduktion i liten skala och att använda urbana ekosystem mer effektivt (Francis & Chadwick 2013). Eftersom urbana befolkningar förväntas växa kommer även de urbana ekosystemen växa och en hållbar utveckling av dessa blir extra viktig vad gäller alla de tre grundstenarna i hållbar utveckling; ekonomisk, ekologisk och social hållbarhet (Francis & Chadwick 2013). I städer finns också en koncentration av resurser i form av politisk, ekonomisk och teknisk makt och det är där som förändringarna måste starta och även kampen för framtidens landsbygd äger rum i städerna (Kendle & Forbes 1997).

Människors aktiviteter och användning av land har förändrat jordens ekosystem och biosfär och skapat antropogena biom, vegetationsområden som formats genom människors aktiviteter. Dessa områden representeras av allt från tätbebyggda områden som städer till skogs- och jordbrukslandskap. De områden som betraktas som vildmark är även de i varierande grad kontrollerade och påverkade av mänskliga aktiviteter. Idag är alla jordens biom mer eller mindre antropogena och påverkan ökar stadigt. Paul Crutzen (2002) introducerade begreppet antropocen, som beskriver en geologisk epok som startade på sent 1700-tal och definieras av människans dominans som drivkraft för förändringar på jorden. Städer är de landskap som är mest intensivt förändrade och införlivar flest varianter av nya former av ekosystem och processer (Ellis 2011). Människan formar numera naturen och det av människan opåverkade vilda existerar inte längre när naturen har blivit 'människans natur' (Cronon 1995).

Begreppet natur har stor relevans inom landskapsarkitektur och innebörden är kulturellt präglad. Det sedan länge rådande synsätt där människans kultur utgör naturens motpol grundar sig i den dualistiska uppdelningen i västerländsk vetenskap och filosofi. Om naturen är det av människan opåverkade, kan naturen inte längre existera i den meningen. Prominski (2014) diskuterar synen på naturen i relation till två japanska koncept som beskriver en kultur där naturen sedan länge varit en naturlig del och som han menar kan verka som inspiration och förebild för ett mer integrerat synsätt. Han introducerar ordet 'andscape' som skulle kunna fungera som en konceptuell term för att förändra den rådande, men numera daterade definitionen av natur till en mer integrerande sådan där dynamiska relationer mellan människor, djur, vegetation, stenar, vatten och alla andra dimensioner inkluderas.

URBANA EKOSYSTEM

Urbanekologi är vetenskapen om ekologiska mönster och processer inom en urban kontext, både som helhet och i dess delar (Francis &

Chadwick 2013). Ekologer har traditionellt fokuserat på naturliga ekosystem, men från 1970-talet började staden också erkännas som ett landskap av relevans för den ekologiska vetenskapen. Ekologen O.L. Gilbert, verksam vid Sheffield's universitet och pionjär bland dem som började arbeta med stadens ekosystem, delar in städer i tre landskapstyper. De teknologiska artificiella landskapen, de trädgårdslika eller hortikulturella (gardenesque) som är beroende av skötsel och de ekologiska som fungerar i sig själva utan mänsklig inverkan (Gilbert 1989). Ur ett ekologiskt perspektiv kompletterar de olika landskapstyperna varandra och den ekologiska är inte mer fördelaktig än den hortikulturella utan varje typ har sin egen flora och fauna (ibid.).

Urbana regioner kan ses som komplexa adaptiva system som består av en mängd komponenter, biota och abiota, som interagerar på många olika skalor i icke linjära mönster och processer (Francis & Chadwick 2013). Det är system med energikrävande och självorganiserande egenskaper där både enskilda komponenter och hela system kan förändras och reagera på externa eller interna miljöfaktorer (ibid.). Den urbana metabolismen är inte ett system i jämvikt utan ett som behöver energitillförsel i form av fossila bränslen (ibid.). Staden som ekosystem är beroende av extern tillförsel av energi, det är ett heterotroft system, i motsats till ett autotroft (Odum 1975).

Staden kan ses som ett ekosystem som består av en mosaik av många mindre ekosystem i många olika skalor, men också som en mindre del av ett större system som innefattar hela biosfären. Jämfört med naturliga ekosystem är urbana konstruerade system omogna, på grund av snabb tillväxt och ineffektivt användande av energi och vatten (Francis & Chadwick 2013).

Urbana habitat är till viss del likartade och karaktäristiskt för alla är ett överflöd av resurser och hög produktivitet. Jorden i urbana miljöer byggs upp av en mosaik av variabler, men har en gemensam karaktär av hög nivå av störningar och föroreningar (Francis & Chadwick 2013). Många urbana jordar har blivit

skapade av en blandning av olika material eller flyttade jordar. Kompaktering av jordarna är vanligt och det skapar ytterligare problem för infiltration av nederbörd och det hydrologiska kretsloppet. Ett lägre vatteninnehåll i urbana jordar innebär också höjda lufttemperaturer (Francis & Chadwick 2013).

Störningar som orsakas av mänsklig aktivitet underlättar för exotiska arter att etablera sig genom att reducera konkurrensen, enligt Grime's C-S-R modell för växters konkurrensstrategier (Gilbert 1989). C-S-R-klassifikation beskriver i korthet tre huvudsakliga former av naturligt urval i plantevolutionen, konkurrens (eng. competition), stress (eng. stress) och störningsstrategier (eng. ruderals) (Grime 2001). Typiska stresstolererande arters egenskaper är långsam tillväxt och det är de som går förlorade i industrialismen och urbanismens spår (ibid.).

Urbana ekosystem byggs upp av alla habitat som staden består av, gator, byggnader, parker, kanaler och så vidare och alla organismer som lever där. Sociala och byggda miljöer influerar särskilt det urbana ekosystemets mönster och processer (ibid.). Träd utgör en viktig resurs som habitat i stadsmiljöer. Livsmiljön för träd i urbana miljöer är ofta svår med magra eller förorenade jordar, litet utrymme för rötterna, ett mikroklimat med höga temperaturer och liten tillgång på vatten och ljus, vilket leder till att träden får minskad tillväxt och livslängd (ibid.).

RESILIENT DESIGN & EKOSYSTEMTJÄNSTER

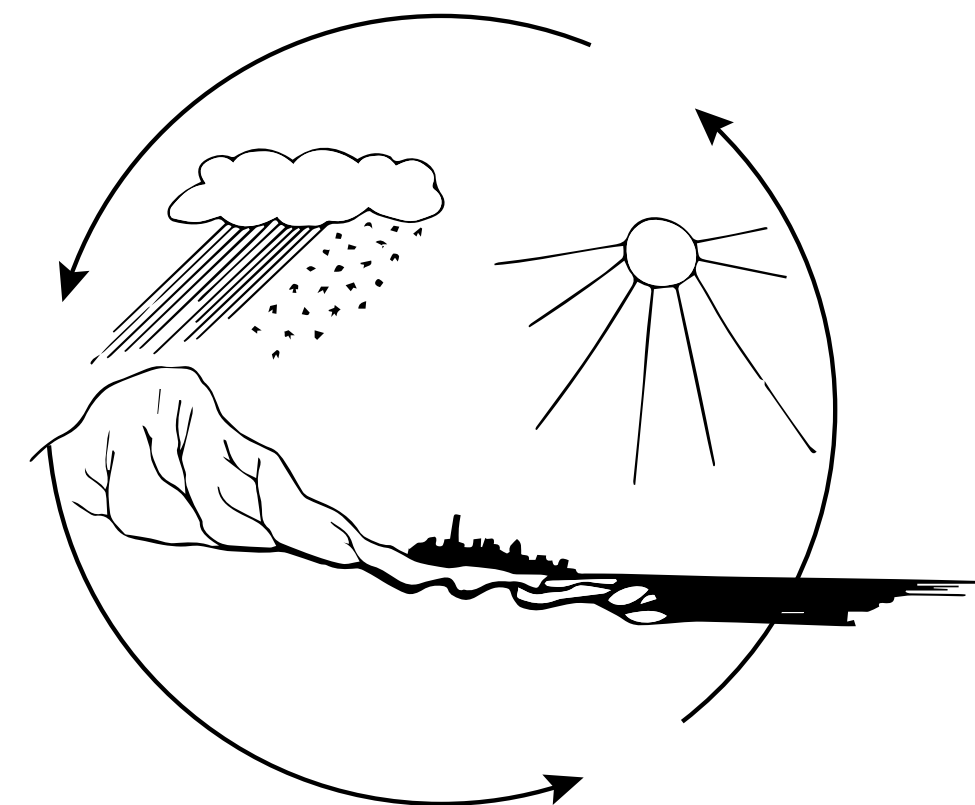
"I verkligheten är förändring det enda oföränderliga".
(Lewan 2004, s.9).

Resiliens definieras som kapaciteten hos sociala, ekonomiska och miljömässiga system att hantera risker, utvecklingstrender eller störningar och att reagera eller omorganisera på sätt som bibehåller systemens essentiella funktion, identitet eller struktur, men också bibehåller förmågan till anpassning, lärande och förändring (IPCC 2014). Resiliens är en del av det vidare begreppet hållbar utveckling.

Resiliens som utgångspunkt för design kan leda utvecklingen mot mer resilienta städer, där målet är att minska effekterna av extrema väder och klimatförändringar. Resilient design lär från naturens system och som ett exempel kan löv exemplifiera resiliens för träd och skog (Watson & Adams 2011). Löv lever av solljus och fukt och transporterar näringsämnen från och till rötterna. De anpassar sig till sitt mikroklimat genom storlek och form som avgörs av deras plats i solen, de kan läka och fortsätta leva även om skador uppstår från stormar eller insektsangrepp och de göder jorden när de faller till marken.

Resilient design med dagvatten innebär en hantering som baseras på en balanserad vattencykel och naturliga hydrologiska system (ibid.). Med de förväntade ökade regnmängderna kommer en reduktion av ytavrinningen av dagvatten inte vara tillräckligt utan en fördröjning i magasin tillsammans med grönytor blir nödvändig (Hadley, Pauleit & Gill 2007). Grön infrastruktur blir också viktigare med förväntade klimatförändringar och vegetation är en resurs för att bygga städer långsiktigt hållbara (ibid.).

FN's internationella forskningsprogram Millennium Ecosystem Assessment visar att av världens alla ekosystem håller 60 procent av de ekosystemtjänster som stödjer människors välbefinnande på att försämrats. Ekosystemtjänster syftar på de fördelar människor kan få från ekosystem, exempelvis insekters pollinering av grödor eller rening av vatten i våtmarker (Millennium Ecosystem assessment 2005). Ekosystemtjänster kan vara direkta eller indirekta och kan bidra till en bättre lokal livskvalitet och till en mer resurseffektiv och cirkulär urban struktur och design (Bolund & Hunhammar 1999). Vegetation och vatten kan exempelvis minska värmeöeffekten och reducera föroreningar (ibid.). Det urbana ekosystemet med en obalanserad vattencykel och stor andel hårdgjorda ytor gör städerna till värmeöar där hårdgjorda ytors reflektion och termiska egenskaper och ökad ytavrinning på grund av ogenomsläppliga ytmaterial leder till ett varmare stadsklimat (Kendle & Forbes 1997). Reglering av regnvatten räknas som en ekosystemtjänst och kan sänka kostnaderna för dagvattenhanteringen genom att avlasta



Vattnets kretslopp inklusive den urbana miljön.

ledningarna med lösningar i markytan (Bolund & Hunhammar 1999).

BEGREPPSFÖRKLARINGAR

Avrinningsområde : ett landområde som avvattnas via samma vattendrag.

Avrinningskoefficient : ett mått på andelen av ett område som bidrar till avrinningen, beror på exploaterings- och hårdjöringsgrad, lutning och regnintensitet.

Bioretention : ett sätt att med vegetation kontrollera regnvattens mängd och kvalitet nära där det faller.

Dagvatten : tillfällig förekommande vatten på ytor (regn- och smältvatten).

Fördröjningsmagasin : tillfällig fördröjning av avrinnande dagvatten.

Hydraulisk konduktivitet : eller permeabilitet är ett mått markens genomsläpplighet av vatten.

Regnbädd (syn. rain garden): är tekniskt sett en nedsänkt, planterad yta som är utformad för att rena, fördröja och infiltrera regnvatten, eller små ytor för bioretention.

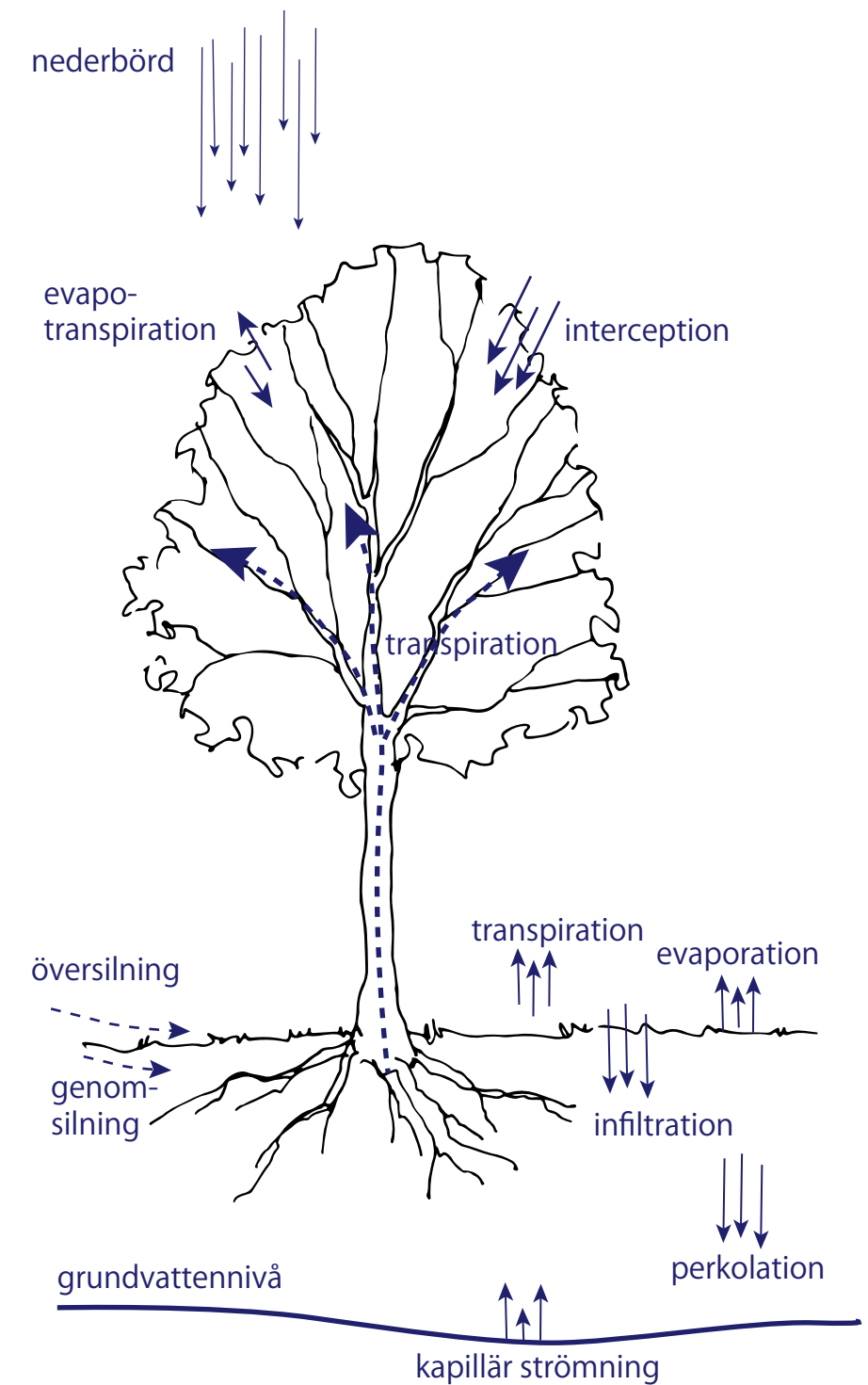
Regnskog : (inom detta projekt) en variant av regnbädd som innefattar lignoser.

Evapotranspiration : är en kombination av växters transpiration och evaporation från ytor till atmosfären.

Recipient : vattendrag, hav eller sjö som tar emot dagvattnet.

Svackdike : ett grunt dike som leder och infiltrerar dagvatten.

Trög avledning : långsam transport av dagvatten i exempelvis ett svackdike.



Hydrologiska begrepp (efter Florgård & Palm 1980, s. 11.)

EN INTRODUKTION TILL ÖPPEN DAGVATTEN- HANTERING MED VEGETATION

”Vatten är ingen vara vilken som helst utan ett arv som måste skyddas, försvaras och behandlas som ett sådant.”
(Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG, s.1)

VATTEN & HYDROLOGI

Vatten skapar atmosfär genom sina olika skepnader i direkt relation till andra material, ljuset och hur det rör sig. Vattnets unika egenskap är dess flexibilitet. Som material är vatten formlost utan gestalt och det anpassar sig till och interagerar med sin omgivning, samtidigt som det har förmågan att lösa upp andra former och substanser (Schweenk 2001). Vatten är ett mjukt element som formar landskapet.

Allt sötvatten är en resurs som kommer från nederbörd. Ett landområdes vattenflöde definierar ett avrinningsområde som bestäms av den topografiska kontexten och vattnets väg från källa till recipient (Grip & Rohde 2000). Inom ett naturligt regionalt avrinningsområde balanseras vattenmängderna genom vegetation, evaporation, vattendrag och reservoarer och ett stabilt ekosystem skapas genom landskapets anpassning till regn och vattenmängder. När stora regnmängder kommer finns översvämningsytor och våtmarker som fördröjer och håller kvar flödet (Watson & Adams 2011). Ett avrinningsområde kan delas in i inströmnings- och utströmnings-områden. Påfyllning i inströmningsområden sker genom infiltration och utströmning genom avdunstning eller avrinning som ytvatten av grundvattnet (Grip & Rohde 2000). Avrinningsområdet är en drivkraft och mekanism för transport av material, energi, och flöde av näringsämnen genom ekosystemet. Vattnets kretslopp, den hydrologiska cykeln, beskriver vattnets flöde mellan hav, land och atmosfär. Hydrologi är en av de mest betydelsefulla faktorerna som formar och definierar ett ekosystem. Från ett ekologiskt perspektiv är målet hydrologisk homeostas, jämvikt i ett system som är själv-reglerande och dynamiskt och där hydrologiska processer och funktioner kan tåla förändringar utan att hela systemet slås ut. I ett naturligt ekosystem stannar vattnet

nära platsen där det faller och hur dessa landskap är uppbyggda kan utgöra en bas för resilient design. Att planera och gestalta för långsiktigt hållbara städer innebär ett bevarande och återskapande av de naturliga vattenvägar som urbaniseringen rubbat (Watson & Adams 2011).

INNEBÖRDEN AV NEDERBÖRD

Vid planeringen och dimensioneringen av urbana dagvattensystem måste hänsyn tas till konsekvenserna av intensiva regn (SMHI 2013b)). De regn som skapar mest problem med avrinning och översvämning i städer är den intensiva korttidsnederbörden, det vill säga regn som varar mindre än en timme (SMHI 2013c, Watson & Adams 2011). Klimatförändringar förväntas leda till intensivare regnskuror och beräkningar med klimatmodeller visar att nederbörden kommer öka med upp till 40 procent mer regn de kommande 100 åren (SMHI 2013a). Regnmängderna i Sverige förväntas minska under sommaren medan vintermånaderna blir blötare och varmare (ibid).

Det finns en mängd olika parametrar i vädersituationer som sammantaget kan bli kritiska, även om nederbörden inte är extremt kraftig. Det kan bero på vattenmättad jord och höga vattenstånd i kombination med kraftiga eller ihållande regn eller snösmältning. Genom robusta lösningar som utnyttjar de lokala förhållandena kan de mer svårbedömda scenarierna hanteras på bästa sätt (Svenskt Vatten 2010). Ökade regnmängder och regnintensitet är de parametrar som tillsammans med höjda nivåer i hav, sjöar och vattendrag förväntas ha störst inverkan på avloppssystemen. Om dagvattenhanteringen utförs med mer öppna system kan man skapa förutsättningar för ett mer långsiktigt system som klarar extrema väder (Svensk Vatten 2007). En viktig åtgärd är att utöver ordinarie avledningssystem planera och höjdsätta för vattenvägar där vattnet kan transporteras bort vid mycket kraftiga regn (ibid.). Den hydrologiska balansen bibehålls genom att naturlig infiltration och grundvattenbildning, naturlig utjämning och fördröjning av flöden och naturlig dränering (Florgård & Palm

1980). Med de förväntade ökade regnmängderna kommer en reducering av ytavrinningen av dagvatten inte vara tillräckligt utan en fördröjning i magasin tillsammans med grönytor bli nödvändig (Hadley, Pauleit & Gill 2007).

DET URBANA HYDROLOGISKA KRETSLOPPET

Det naturliga hydrologiska kretsloppet har blivit rubbat av urbanisering på grund av förändrade grundvattenrörelser, men framför allt av stora hårdgjorda ytor som hindrar infiltration.

En hårdgjord yta genererar ytavrinning nästan med en gång, från 0,25mm regn börjar större hårdgjorda yta generera avrinning (Francis & Chadwick 2013). Detta kan jämföras med en skog som kan infiltrera 35mm regn innan vattnet börjar rinna av på ytan. En yta med jord och vegetation infiltrerar 25 procent av nederbörden, lika mycket infiltreras i djupare jordlager, 40 procent återgår till atmosfären genom evapotranspiration och 10 procent rinner av på ytan. Den totala ogenomsläppliga ytan har också stor betydelse för vattnets kvalitet i avrinningsområdet. En populär teori beskriven i Coffman (2002) påvisar ett direkt samband mellan den ogenomsläppliga ytans totala storlek och vattnets kvalitet och om hårdgjorda ytor överstiger 10-20 procent så försämras vattnets kvalitet. Detta är ett lättanvänt verktyg vid planering, men en förenkling av de komplexa fysiska, kemiska och biologiska processerna inom ett avrinningsområde (ibid.).

Idag ökar de hårdgjorda ytorna i städerna på grund av förtätning, vilket leder till att den naturliga infiltrationen minskar (Stahre 2004). Detta leder till ökad och snabbare ytavrinning som kan skapa mer problem med översvämningar, överbelastade ledningar och vattendrag och föroreningar av lokala recipienter (Francis & Chadwick 2013). Den lokala grundvattenbildningen hämmas också på grund av att vattnet leds bort (Florgård & Palm 1980). Det är tekniskt möjligt att designa ett område så att den hydrologiska funktionen fungerar som innan exploatering (Coffman 2002). En decentraliserad platsdesign och förvaltningsteknik kan tillsammans

ge bra resultat och en jämt distribuerad fördröjning nära källan är avgörande för att kontrollera både ytavrinningsvolym - och hastigheter (ibid.).

LÅNGSIKTIGT HÅLLBAR DAGVATTENHANTERING

Nederbörd i städer har länge samlats upp i slutna ledningar, men det ökar risken för tillfällig överbelastning när städer växer och förtätas. Konsekvenser kan bli översvämningar, utsläpp av obehandlat avloppsvatten (från kombinerade avloppsledningar) och försämrad rening på avloppsverken (Stahre 2004). Att bygga ut ledningssystemet kan bli dyrt, men tillförseln av regnvatten till ledningssystemet kan bromsas genom lokala lösningar för fördröjning (ibid.). Ledningar, vattenvägar ovan mark och öppna fördröjningssystem kan komplettera varandra. Vid Extremsituationer är bräddavlopp som leder bort överskottsvattnet från området viktiga. Bräddavlopp kan vara konstruerade på olika sätt och vattnet kan ledas bort i ledning, diken eller över öppen mark (Boverket 2010).

I en konventionella dagvattensystem med slutna ledningar beaktas enbart kapaciteten med ekonomiska och tekniska värderingar. En mer långsiktigt hållbar dagvattenhantering innefattar också vattnets kvalitet och stadsmiljön. Att synliggöra vattnet och använda det som ett positivt element i stadsmiljön ger många positiva värden, exempelvis estetiska, rekreativa, pedagogiska, miljömässiga och ekonomiska (Stahre 2004). Att öka andelen växter, vatten och jord i hårdgjorda miljöer ger fördelar för både människor och djur och mikroklimatet utjämnas av växternas skuggande effekt. Att anlägga öppna system är kostnadseffektivt jämfört med renoveringar och utbyggnation av konventionella dräneringssystem under mark, som också leder till stora stöningar i stadsmiljön (Coffman 2002). Detta bedömer också Köpenhamns kommun är det bästa ur en ekonomisk synvinkel, att hantera en ökad nederbördsmängd genom att minska vattnets som når avloppssystemen istället för att öka deras kapacitet (Köpenhavns kommune 2013). En jämförelse mellan traditionell och öppen

dagvattenhantering i ett villaförortsområde gjord av Seattle's kommun (City of Seattle 2007) visar att det öppna systemet nästan halverar projektkostnaderna, även om de årliga driftskostnaderna blir högre. Utvärderingar av de öppna dagvattensystemen med vegetation i Västra hamnen i Malmö visar att driftskostnaderna är 100-200 procent högre än för traditionella planteringar (Stahre 2008). Det mest tidkrävande skötselarbetet är skräpplockning, att ta bort alger och rengöra dräneringskanalerna (ibid.). Då jämför man dock med skötsel av planteringar och inte dammar vilket kan vara missvisande. Öppen dagvattenhantering med vegetation är inte lämplig som snöupplag, eftersom salter och andra föroreningar i höga koncentrationer skadar växterna. En öppen dagvattenhantering minskar också belastningen på reningsverken och deras energianvändning, det visar området Augustenborg i Malmö där det skett en energireducering av med 60 procent sedan det öppna systemet anlades (Naturvårdsverket 2010)

Lokala lösningar är en del av den övergripande strategin för att reducera översvämningar under extrema väder och säkra dricksvatten av god kvalitet. Resilient design innebär en hantering av vattnet som baseras på vattenbalans och de naturliga systemen (Watson & Adams 2011).

Lokal och småskalig kontroll av nederbörden nära källan är en ekonomisk och hållbar teknik att integrera i befintliga urbana miljöer och nya lösningar för dagvatten även i liten skala har stor betydelse (Coffman 2002). Långsiktigt hållbar dagvattenhantering syftar till att utveckla en hydrologiskt mer välfungerande urban miljö, som blir en del av stadens ekosystem (ibid.).

DAGVATTNETS KVALITET

Dagvatten från trafikleder med hög belastning och stora parkeringsanläggningar innehåller höga föroreningshalter av bl.a organiskt material, kväve, fosfor, bly, koppar och zink och tungmetaller (Svenskt vatten 2011, Watson & Adams 2011).

Ramdirektivet för vatten (2000/60/EG), i Sverige kallat

Vattendirektivet, innebär gemensamma åtgärder inom EU för att skydda gemenskapens vattenresurser, kvantitativt och kvalitativt och därmed säkra tillgången till vatten av god kvalitet. Målet är att få stopp på alla utsläpp av ett antal prioriterade ämnen som påverkar vattnet negativt genom att främja en hållbar vattenanvändning genom långsiktigt skydd av vattenresurser (ibid.).

Det finns många fördelar med öppen dagvattenhantering, men även problem kan uppstå. De naturliga förutsättningarna varierar beroende på markförhållanden. Infiltration i en regnbädd eller annan anläggning kan vara problematiskt eftersom vattnet kan vara förorenat och påverka mark och grundvatten. Nivån för grundvattnet kan också ändras och orsaka problem med till exempel tjälskjutande material. Infiltrationsanläggningar kan sätta igen med tiden (VAV 1983). Igenslamning kan förekomma i markytan, men genom den biologiska aktiviteten i marken luckras de översta marklagren upp och motverkar igensättning (ibid). Infiltration bör endast ske med relativt rent vatten, det vill säga inte vatten från industriområden eller hårt trafikerade vägar. Vatten från tak, tomtmark och inte alltför hårt exploaterade bostadsområden räknas som relativt rent.

Problem med vegetation i dagvattenhanteringen kan vara vägsaltet som försämrar jordens struktur och hämmar växternas upptagning av vatten och mineralämnen. Andra föroreningar som kan ge problem vid infiltration i vegetationsbeklädd mark är svavel -och kväveföroreningar, olja och tungmetaller (VAV 1983).

ÖPPNA DAGVATTENLÖSNINGAR

I detta arbete har jag valt att använda Stahres (2004) definition av begreppet öppna dagvattenlösningar som ett samlingsbegrepp för omhändertagande, fördröjning och magasinering av dagvatten. Synonymt med öppna dagvattenlösningar är till exempel ekologisk dagvattenhantering, långsiktigt hållbar dagvattenhantering eller lokal dagvattenhantering (ibid.). I ett internationellt sammanhang är USA ett föregångsland och jag vill nämna de engelska begrepp för öppen dagvattenhantering som varierar beroende på kontinent.

De som främst förekommit i studerad litteratur är Sustainable Drainage Systems (SuDS) som används i Storbritannien och Low Impact development (LID) från USA (Francis & Chadwick 2013).

Det finns olika typer av öppna dagvattenlösningar som alla bygger på ett utnyttjande av naturens eget sätt att ta hand om regnvatten, t ex. infiltration, perkolation, trög avledning och fördröjning. Som mål gäller att vattnet bör återföras till det naturliga kretsloppet så nära källan som möjligt och systemet bör ses som en helhet där olika lösningar kan kombineras för bästa effekt (Stahre 2004).

Dagvattenlösningarna kan delas upp i fyra kategorier som följer en avrinningskedja från platsen där regnet faller till recipienten. Kategorierna innefattar lokalt omhändertagande, fördröjning nära källan, trög avledning och samlad fördröjning. Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) innebär enligt Stahre (2004) en dagvattenhantering på privat mark, medan fördröjning nära källan gäller allmän platsmark. Denna definition används även av Boverket (2010).

Att ta hand om regnvatten lokalt i urbana områden bidrar till vatten för bevattning, ökar fukten i jorden, fyller på grundvattnet och minskar översvämningsrisken (Watson & Adams 2011). Lokalt omhändertagande av dagvatten kan vara exempelvis gröna tak, regnbäddar (eng. rain planters) invid husfasaderna och uppsamling för återanvändning. Eftersom vattnet är rent när det faller kan det med fördel användas igen, exempelvis till bevattning. Fördröjning nära källan kan vara genomsläppliga markbeläggningar, tillfällig uppdämning på särskilda ytor eller fördröjningsdammar. Trög avledning innebär långsam transport av vatten genom svackdiken, kanaler eller bäckar. Vegetationen har potential att suga upp vatten och ta upp föroreningar och maximera tiden det tar för vattnet att röra sig genom diket för att filtrera föroreningar och slam (Watson & Adams 2011). Samlad fördröjning av dagvatten kommer längst ner i avrinningskedjan innan slutrecipienten. Det är anläggningar som minskar eller fördröjer avrinningen som våtmarker eller fördröjningsdammar vilka ofta är i större skala (Stahre 2004).

Genom en kedja av lösningar på olika stadier av vattnets väg från platsen där det faller till slutrecipienten kan landskapet användas för fördröjning, infiltrering, evapotranspiration, transport och filtrering av dagvatten och principen med fler länkar desto starkare kedja gäller (Dunnet & Clayden 2007).

I större skala kan nedsänkta ytor fungera som tillfälliga översvämningsytor, exempelvis fotbollsplaner. Fördröjd infiltration eller fördröjningsmagasin på ytan innebär ytor som medvetet översvämmas vid kraftiga regnväder, grunda diken eller dammar. Vattnets bör inte bli stående i dessa ytor mer än några dagar (Florgård & Palm 1980).

REGNBÄDDAR

Bioretention är ett sätt att rena och reducera regnvattens mängd, med de kemiska, biologiska och fysiologiska egenskaperna hos växter, mikrober och jordar (Prince George's County 2007). Dessa processer inkluderar sedimentation, absorption, adsorption, filtrering genom jord och växtrötter, assimilering av näringsämnen i växten (phytoremediering) med flera. Vegetationsytor, infiltrations- och dräneringsstråk har mycket bra renande inverkan när vattnet passerar genom ett markskikt. Bioretentionstekniken förbättrar lokalt de cykliska hydrologiska förutsättningarna genom att öka vegetationen och de genomsläppliga ytorna för att efterlikna det naturliga hydrologiska förloppet (ibid.).

Engelska Rain garden är ett begrepp från Prince George's County, Maryland, USA som utvecklades under sent 1980-tal (Dunnet & Clayden 2007). Det saknar ännu en vedertagen svensk översättning men jag använder här begreppet regnbädd. Tekniskt sett är en regnbädd en nedsänkt planterad yta som är utformad för att fördröja och infiltrera regnvatten (ibid.). Regnbäddar är helt enkelt små ytor för bioretention (Watson & Adams 2011). Definitionen kan breddas till att innefatta alla mindre till medelstora öppna dagvattenlösningar med vegetation vars funktion är att fördröja, absorbera och rena vattnet genom ett nyttjande av lokala resurser. En regnbädd har inte funktionen att transportera

vatten, men att samla upp, fördröja och rena vattnet från föroreningar genom sedimentering och filtrering. En regnbädd planteras med vegetation som typiskt domineras av perenner. Tillgången på vatten är varierande i en sådan bädd och kriterier för växtval är de arter som kan klara periodvis översvämning utan att vara beroende av jämn fukttillgång, men också klara perioder av torrare markförhållanden (Dunnet & Clayden 2007). Vegetation som tål fuktiga förhållanden har bättre förutsättningar att klara torka, medan de arter som är anpassade för torrare förhållanden sämre klarar fukt (ibid.) För att öka evapotranspirationen bör en regnbädd vara grund (10-20cm) och placeras i ett läge i full sol eller halvskugga, ligga på en relativt plan yta och placeras minst 3 m från en byggnad (ibid.).

Vid val av växtmaterial rekommenderas att använda arter och sorter som har en bred växtamplitud vad gäller markens fuktighetsförhållanden och som naturligt växer vid liknande ståndortsförhållanden (ibid.). En regnbädd i vårt tempererade klimat är varken våt eller torr, utan varierar periodvis, men det är osannolikt att den torkar ut helt. Växterna som planteras i yttersta kantzonen bör tåla salt, som framför allt kommer från vägsalt och snö, men även kan komma med vindar från havet.

VEGETATIONENS FUNKTION

Genom vattnets kretslopp återgår mer än 60 procent av nederbörden över landet till atmosfären genom avdunstning och detta sker till största delen genom evapotranspiration från vegetation. (Florgård & Palm 1980). Vegetation har många funktioner och värden i dagvattenanläggningar, de kan vara hydrologiska, vattenrenande och estetiska. Vegetation ökar den biologiska mångfalden i staden och bidrar med habitat för insekter, fåglar och smådjur. De hydrologiska funktionerna av vegetationen är främst fördröjning och utjämning av flödestoppar och minskad erosion (Svenskt vatten 2011).

Vegetation har stor inverkan på infiltration och tillfällig lagring av vattnet i markens översta skikt. Först och främst inverkar

interceptionen till att minska intensiteten hos det regn som når markytan. I marken sker sedan en lagring i förnan och humusskiktet (Grip & Rohde 2000).

Transpiration från växter bidrar till återförandet av vatten till atmosfären. Bladverk fångar upp regnvattnet och reducerar därmed mängden vatten som når marken, medan grenverk och stam transporterar en del vatten till markytan, vilket minskar erosion genom att energin med vilken regnet träffar marken reduceras (Watson & Adams 2011). Trädens kronor och lövverk fångar upp och fördröjer regnvattnets väg till marken. Interception är det av nederbörden som stannar på växternas delar och i förnan i markytan. och sedan därifrån avdunstar utan att nå marken. En ökad nederbördsintensitet minskar inteceptionen (ibid.). Anlagda grönytor har generellt sämre infiltrationskapacitet än naturmark pga att de ofta är mindre komplexa i sin uppbyggnad och har färre lager. Det samma gäller för infiltration för en naturmark som är mer ojämn och har en öppnare jordstruktur. Våtmarks- och vattenväxter ökar transpirationen och fördröjer genom att minska flödes hastigheten. Rötter bildar ett tredimensionellt armeringsnät som minskar risken för erosion och en ökad infiltration kan ske genom växtrötter som håller kanaler öppna ned i marken (Svenskt vatten 2011). Trädrötter når normalt når ner till ett djup på 60-80 cm, ibland ner till 180 cm i jorden (Watson 2006).

Vegetationens renande funktionen beror på ökad sedimentation av partiklar och tungmetaller, minskad risk för uppvirvling av sediment, filtrering, absorption av vissa ämnen, bakteriella processer, upptag av närsalter och nedvisnad vegetation som blir en kolkälla för denitrifikation (Svenskt vatten 2011).

Jordens sammansättning är viktig för dess funktion för att hålla och fördröja vatten. En jord med stor andel organiskt material kan absorbera mer vatten och det organiska materialet hänger också ihop med en rik flora av mikroorganismer (Watson & Adams 2011).

Många växter har större förmåga att omsätta mer vatten än vad de normalt gör under en vegetations-period (Florgård & Palm 1980).

Förmågan att klara extremt fuktiga förhållanden är specifik för vissa arter. I normala förhållanden har lövträd större vattenförbrukning än barrträd och de lövträd som har störst vattenförbrukning är sälg- och pilarter (*Salix* sp.), poppelarter (*Populus* sp.) och björk (*Betula* sp.). Lärk (*Larix decidua*) är den art bland barrträden som har störst vattenförbrukning. Under väl-dränerade förhållanden kan man utnyttja alla typer av vegetation för lokalt omhändertagande av dagvatten (Florgård & Palm 1980). Om tillförseln av dagvatten gör att grundvattenytan stiger upp i eller i närheten av rotzonen är klibbal (*Alnus glutinosa*), glasbjörk (*Betula pubescens*) och gråal (*Alnus incana*) ett bra artval eftersom de förmår växa i stillastående vatten. Även pil, sälg och poppelarter tål tät vattenrik jord. I strömmande och syrerikt vatten kan även ek (*Quercus robur*) och ask (*Fraxinus excelsior*) trivas. För att växterna bäst ska utnyttja så mycket som möjligt av tillfört tillskottsvatten är en djup och väl-luftarad markprofil som kan genomrotas maximalt det optimala (ibid.).

Fler träd behövs i urbana miljöer och de kan lätt integreras i befintligt stadsmönster. Trädplantering är ett kostnadseffektivt sätt att hantera dagvatten eftersom stora mängder regnvatten kan tas om hand, samtidigt som det skapar andra mervärden (Boverket 2010). Träd kan ha många funktioner i ett stadsrum, bland annat utgör de livsmiljö för djur och växter, löv och grenar absorberar ljud och dämpar regn vilket minskar erosion, rötterna stabiliserar jorden och binder stora mängder vatten (ibid.). Under vegetationsperioden renar löven luften genom att binda partiklar, de skuggar och jämnar ut temperaturväxtlingar och bidrar också till människors välbefinnande (ibid.).

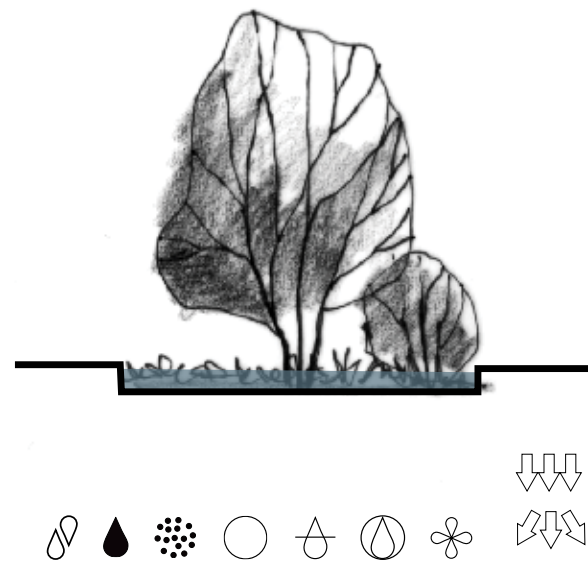
Träd i urban miljö har dock inte samma kapacitet att absorbera vatten och förhindra översvämning som ett träd i ett skogssystem. Anledningen kan vara begränsade jordvolymen för rötterna, dåliga eller kompakterade jordar (Watson & Adams 2011). För att förbättra deras livsbetingelser är det viktigt att se till att träden får de volymer och kvaliteter jord de behöver på en väl-dränerad plats. Problem som trädrötter kan orsaka är inträngning i ledningssystem

(Svenskt vatten 2011). Träd har kapacitet att leda ned vatten djupt i marken om ytjorden är vattenmättad. Diken med träd (eng. tree trench) är en typ av dagvattenlösning där träd används till att ta hand om ytavrinning från omgivande hårdgjorda ytor (Watson & Adams 2011).

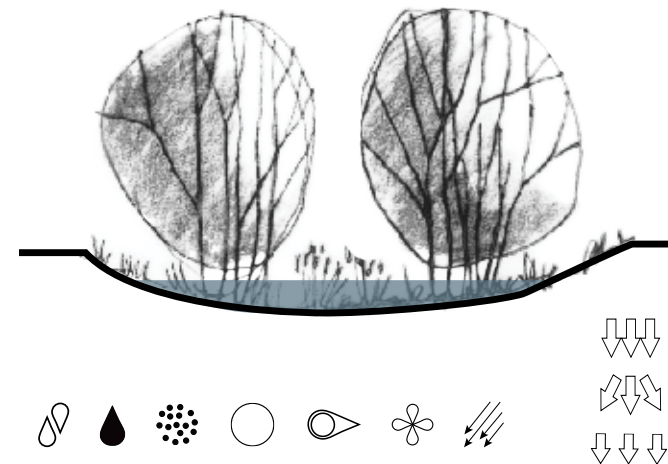
Ett problem med öppen dagvattenhantering med vegetation är att det saknas kvantitativa kunskaper om grönstrukturens kapacitet att fördröja vatten (Boverket 2010).

DAGVATTENLÖSNINGAR & DERAS FUNKTION

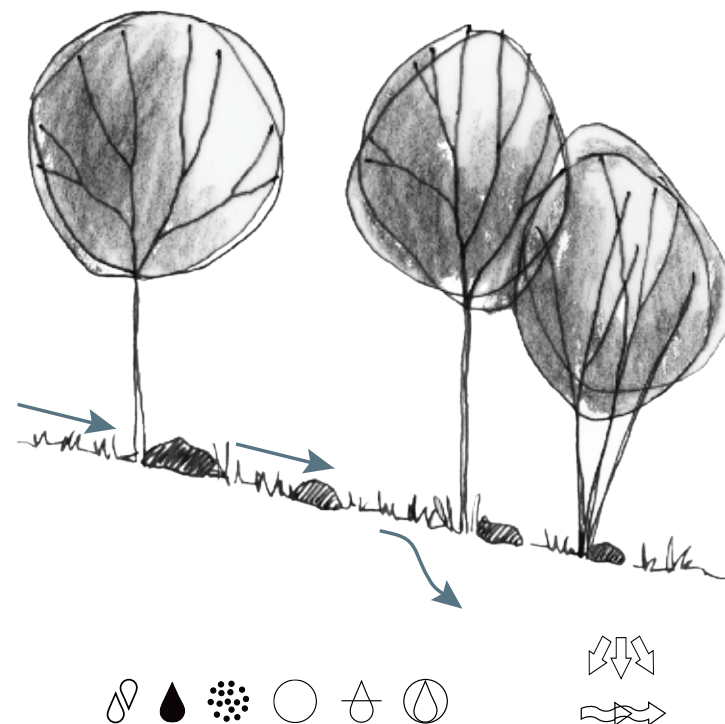
REGNBÄDD MED TRÄD



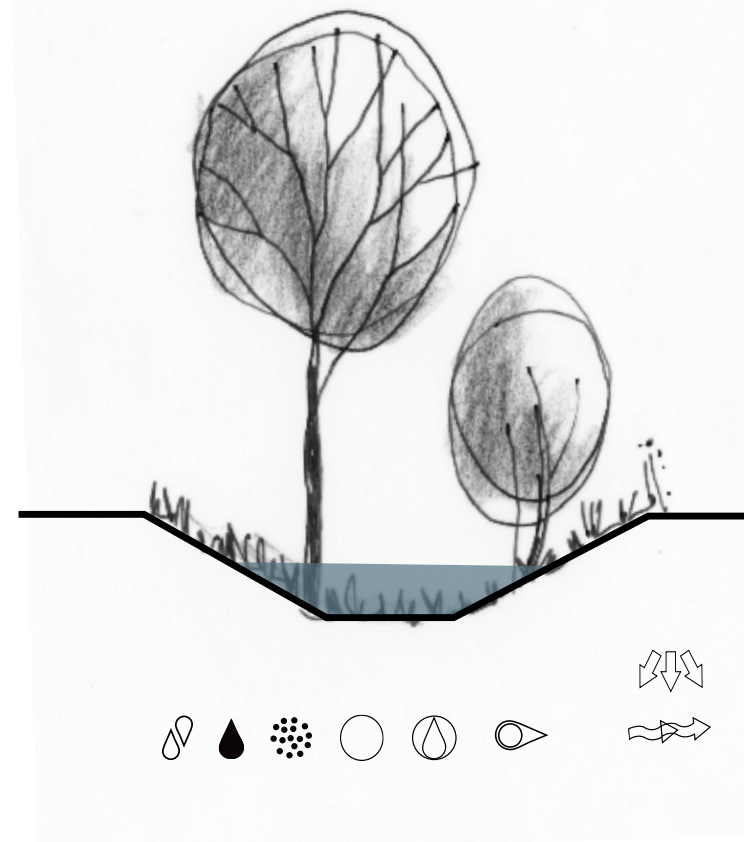
ÖVERSVÄMNINGSYTA







ÖVERSILNINGYTA












SVACKDIKE



TYP AV DAGVTTENLÖSNING

-  Lokalt omhändertagande av dagvatten på privat mark
-  Fördröjning nära källan
-  Trög avledning
-  Samlad fördröjning

FUNKTION

-  Evapotranspiration
-  Interception
-  Förbättrar det lokala klimat
-  Rening av förorenat vatten
-  Reducerar ytvavrinning
-  Direkt och fördröjd infiltration
-  Synligt vatten
-  Fördröjning genom uppdämning
-  Lämplig vid extrem nederbörd

Referenser: Coffman (2002), Aalto (2013), Dunnet & Clayden 2007

FALLSTUDIER AV ÖPPNA DAGVATTENLÖSNINGAR

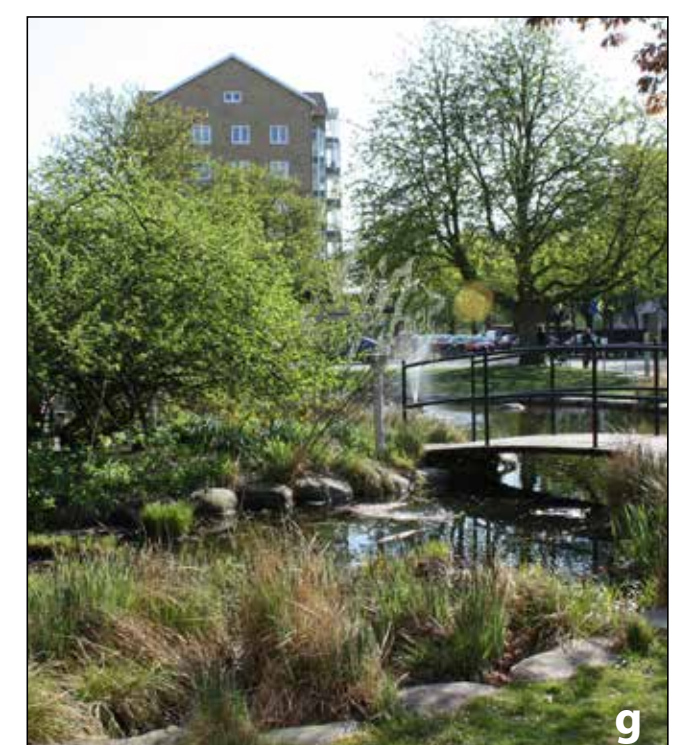
Backhaus & Fryd (2013) har utvärderat de estetiska kvaliteterna av 20 designprojekt med dagvattenlösningar i Europa. Enligt deras observationer är dagvattenhantering som främsta och enda utgångspunkt för design svag, vatten är bara ett av flera designelement. Miljöerna bör fungera estetiskt även när de är torra och inte överdimensioneras för att undvika torra kratrar i landskapet. Att använda små, sammanlänkade element som fylls med vatten oftare kan förstärka upplevelsen av vatten. Det är en fördel för design om dagvattenhanteringen kan integreras med andra funktioner för att integrera projekten i en social och miljömässig kontext.

Inför genomförandet av öppna dagvattenanläggningar i bostadsområdet Augustenborg i Malmö var de främsta utmaningarna att anläggningarna skulle passas in mellan existerande lednings- och rörsystem, bevara framkomlighet för räddningsfordon och frågor som rörde boendes preferenser för sin utemiljö. Dimensioneringen av systemet utgick från ett 15-årsregn som standardvärde. I en utvärdering beräknas att 90 procent av nederbörden har kunnat tas om hand inom området och den totala ytavrinningen har också reducerats med 20 procent (jämfört med det konventionella systemet) på grund av evapotranspirationen från kanaler och dammar. Ytanrinningshastigheten är också fördröjd och mindre mängder rinner av (Kazmierczak & Carter 2010). År 2007 blev Malmö drabbat av ett 50-årsregn som skapade översvämningar i många delar av staden medan Augustenborgsområdet klarade sig bra, vilket indikerar att anläggningen fungerar väl och att öppen dagvattenhantering är en bra strategi inför framtida väder (ibid.).

En jämförande studie av tre befintliga öppna dagvattenanläggningar i Tyskland och USA med fokus på estetiska och visuella kvaliteter, visar att den här typen av design främst har utformats med fokus på funktionen (Sleegers & Brabec 2014). Studien fokuserar på de estetiska värdena, som är viktiga för att anläggningarna ska accepteras av allmänheten och ge ett ökat användande. Utifrån resultaten av de utvärderade jämförelserna föreslås bland annat att svackdiken kan utnyttja potentialen som vattenlandskap genom att visa vattnets flyktiga kvaliteter, exempelvis genom att låta delar översvämmas och att välja hydrofila växter som förbättrar de estetiska värdena. Författarna menar också att en metaforisk användning av vatten och vattenrelaterad geometri ökar de visuella kvaliteter som ytterligare kan förbättras genom repetition, mönster och kontrasterande juxtaposition som jämnar ut gatans linjära geometri (ibid.).

ÖPPET DAGVATTENSYSTEM I AUGUSTENBORG, MALMÖ

Det öppna dagvattensystemet i bostadsområdet Augustenborg integrerades i befintlig bebyggelse. Breda svackdiken med klippt gräs och mindre hårdjorda kanaler transporterar vattnet till de stora dammarna som är en del av gårdsrummen. Dammarnas rikt planterade randzoner fungerar bra ur en estetisk synpunkt (bild a). Hårdgjorda kanaler utan vegetation har ibland överdimensionerats och fungerar mindre bra när de är torrlagda (bild d). Vid torr väderlek är vatten enbart synligt i de större dammarna. I området dominerar ett organiskt formspråk som blandas med kanaler i rätta linjer. Träd förekommer i dammarnas och svackdikenas torrare kantzoner. Några av de arter som förekommer är häggmispel (*Amelachier* sp.), klibbal (*Alnus glutinosa*) och hängpil (*Salix fragilis*). Förekommande perenner är kabbleka (*Caltha palustris*) och starr (*Carex* sp.)



ÖPPET DAGVATTENSYSTEM I VÄSTRA HAMNEN, MALMÖ

Det öppna dagvattensystemet i Västra Hamnen är en integrerad del av området som byggdes till bomässan Bo01. Vatten från tak och gator leds i kanaler via många små uppsamlingsdammar med vegetation till recipienten havet. Det gör att vattnet är synligt även när det inte regnar. I de lite större dammarna fylls vattent upp i terasser i flera nivåer som svämmar över till nästa när de fyllts (se bild e). Kanalerna som på vissa områden är övertäckta går ändå att följa på grund av avvikande material, vilket är positivt. Formspråket är enhetligt i hela kvarteret med strikta geometriska former som ramar in vegetationen på ett bra sätt. Träd används sparsamt och i de fall där de förekommer används klibbal (*Alnus glutinosa*). Exempel på perenna arter är bunkestarr (*Carex elata*), vippstarr (*Carex paniculata*), kabbleka (*Caltha palustris*) och fackelblomster (*Lythrum salicaria*).



a



b



c



d



e



f



g

strilande
kluckande
böljande
fallande
stigande
rinnande
skvalpande
forsande
strömmande
flödande
meandrande
porlande
skvättande
virvlande
droppande
ångande
översvämmande
blänkande
isande
bubblande
stillastående

viskande
doftande
darrande
prasslande
vajande
knakande
vinande
växande
lövfällande
knoppande
susande
blommande
vissnande
åldrande
savande
bärande
barrande
skuggande
hängande
stående
spretande

DEL II.
VATTEN & VEGETATION
SOM DESIGNRESURS

REFERENSLANDSKAP

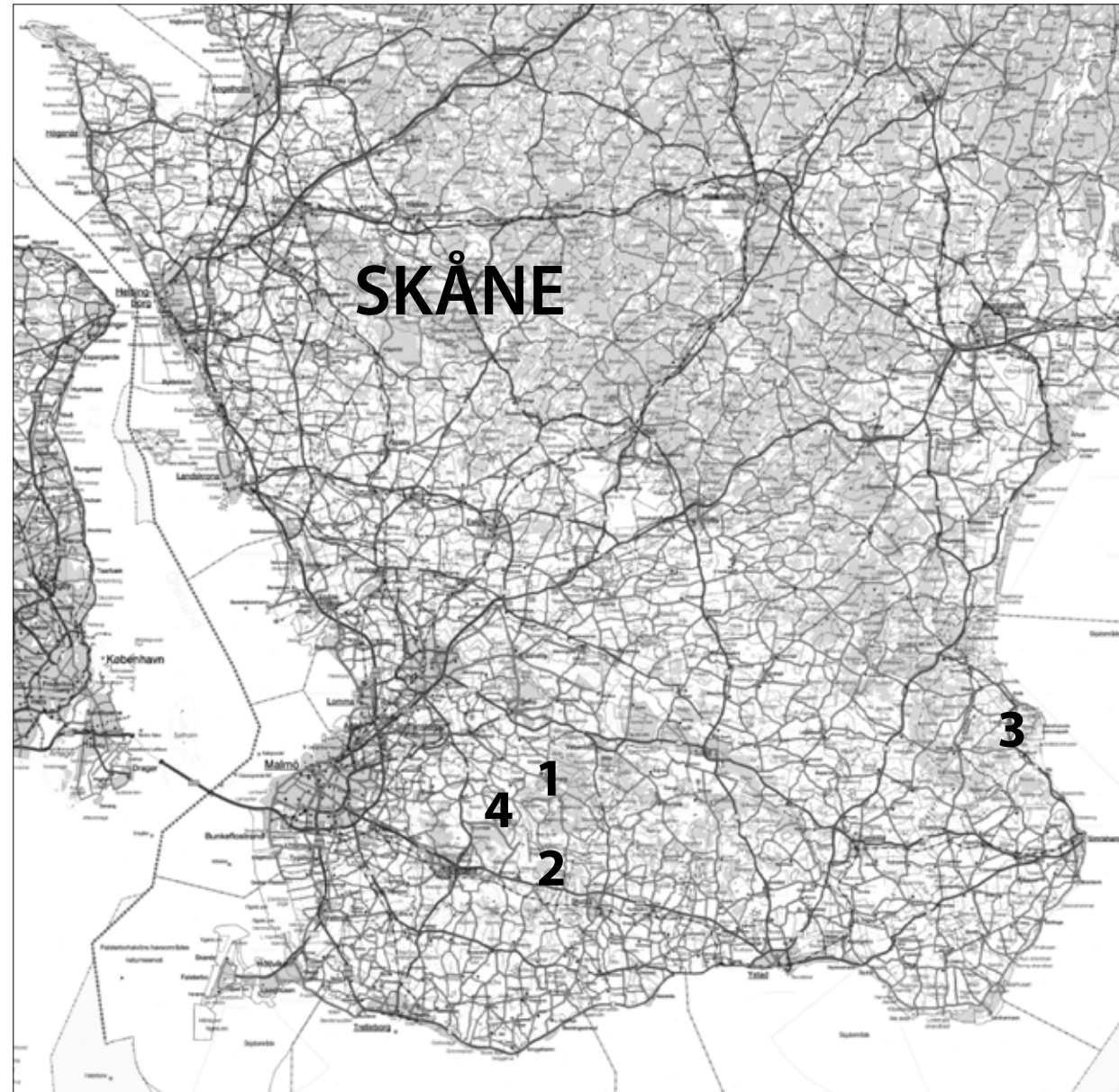
INTRODUKTION

I denna del redovisas mina fältstudier, där jag kartlagt fyra biotoper, främst olika typer av klibbalskog men också en sankäng i hagmarksmiljö. Min utgångspunkt var att hitta biotoper med fluktuerande vattennivåer och med arter vars egenskaper passade att använda till dagvattenhantering. Detta förklaras närmare i sammanfattningen i slutet av denna del (s. 49). Platserna valdes utifrån tillgänglighet och med hjälp av Jörg Brunet, som kartlagt många av Skånes klibbalskogar, hittade jag fram till lokalerna.

Syftet är att identifiera strukturer, mönster, formspråk och växtarters och grupper av arters specifika plats och uttryck i systemet. Beskrivningen av de utvalda vegetationstyperna och deras samspel med vatten är huvudsakligen bildbaserad och fokuserar på lignoser, med hjälp av profildiagram och kronprojektioner. Fältskiktets våraspekt beskrivs genom artidentifikation och deras position i förhållande till funktzon.

Genom att sammanfatta de olika biotoptyperna till designkoncept har jag försökt fånga deras karaktär, form och struktur och relaterat dem till möjliga dagvattenfunktioner.

ÖVERSIKT REFERENSLANDSKAP : LOKALER



1. BILLINGABÄCKEN BÄCKALSKOG
2. SVANEHOLM ALKÄRR
3. STENSHUVUD SOCKELALKÄRR
4. RISEN SANKÄNG

Översiktskarta: Lantmäteriet Kartsök. Bearbetad av författaren.

ÖVERSIKT : IDENTIFIERADE ARTER

1. BILLINGABÄCKEN BÄCKALSKOG
2. SVANEHOLM ALKÄRR
3. STENSHUVUD SOCKELALKÄRR
4. RISEN SANKÄNG

TRÄD

Fuktighetszon	Svenskt namn	Latinskt namn	Representerad :
<div><div></div><div></div></div>	Grävide	<i>Salix cinerea</i>	2,4
	Sälg	<i>Salix caprea</i> ssp. <i>caprea</i>	4
	Klibbal	<i>Alnus glutinosa</i>	1, 2, 3, 4
	Glasbjörk	<i>Betula pubescens</i>	3
	Hägg	<i>Prunus padus</i>	1
	Ask	<i>Fraxinus excelsior</i>	1
<div><div></div><div></div></div>	Hassel	<i>Corylus avellana</i>	1, 3
	Ek	<i>Quercus robur</i>	1, 3
	Avenbok	<i>Carpinus betulus</i>	3
	Bok	<i>Fagus sylvatica</i>	1
	Rundhagtorn	<i>Crataegus laevigata</i>	1
	Rönn	<i>Sorbus aucuparia</i>	2, 3, 4
	Värthbjörk	<i>Betula pendula</i>	4
	Vildapel	<i>Malus sylvestris</i>	4
	Tall	<i>Pinus sylvestris</i>	4

BUSKAR

Fuktighetszon	Svenskt namn	Latinskt namn	Representerad :
<div><div></div><div></div></div>	Benved	<i>Euonymus europaeus</i>	1
	Blåbär	<i>Vaccinium myrtillus</i>	3
	Murgröna	<i>Hedera helix</i>	3
	Svarta vinbär	<i>Ribes nigrum</i>	1
	Vildkaprifol	<i>Lonicera periclymenum</i>	3
	En	<i>Juniperus communis</i>	4
	Olvon	<i>Viburnum opulus</i>	4
	Fläder	<i>Sambucus nigra</i>	4

Blött

Fuktigt

Friskt

Torrt

FÄLTSKIKT

Fuktighetszon	Svenskt namn	Latinskt namn	Representerad :
<div><div></div><div></div></div>	Bunkestarr	<i>Carex elata</i> ssp. <i>elata</i>	2,3
	Gulsippa	<i>Anemone ranunculoides</i>	3
	Gul svärdsilja	<i>Iris pseudoacorus</i>	2
	Gullpudra	<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	1
	Gråstarr	<i>Carex canescens</i>	2
	Kräkklöver	<i>Potentilla palustris</i>	4
	Kabbleka	<i>Caltha palustris</i>	2, 4
	Kärrbräsmå	<i>Cardamine pratensis</i>	4
	Kärrsilja	<i>Peucedanum palustre</i>	2, 4
	Strutbräken	<i>Matteuccia struthiopteris</i>	1
	Svalört	<i>Ranunculus ficaria</i> ssp. <i>ficaria</i>	2
	Vattenklöver	<i>Menyanthes trifoliata</i>	4
	Veketåg	<i>Juncus effusus</i>	4
	Älgört	<i>Filipendula ulmaria</i>	1, 4
	Ängsfräken	<i>Equisetum pratense</i>	1, 4
<div><div></div><div></div></div>	Ängsull	<i>Eriophorum angustifolium</i>	4
	Blåsippa	<i>Hepatica nobilis</i>	3
	Buskstjärnblomma	<i>Stellaria holostea</i>	1, 2, 3
	Ekorrbär	<i>Maianthemum bifolium</i>	2, 3
	Harsyra	<i>Oxalis acetocella</i>	1, 3
	Getrams	<i>Polygonatum odoratum</i>	3
	Gulsippa	<i>Anemone ranunculoides</i>	1
	Gåsört	<i>Argentina anserina</i>	4
	Humleblomster	<i>Geum rivale</i>	4
	Hultbräken	<i>Phegopteris connectilis</i>	3
	Kärrviol	<i>Viola palustris</i>	4
	Lund bräken	<i>Dryopteris dilatata</i>	3
	Lundviol	<i>Viola reichenbachiana</i>	3
	Lundslok	<i>Melica uniflora</i>	3
	Revsmörblomma	<i>Ranunculus repens</i>	4
	Flädervänderot	<i>Valeriana sambucifolia</i>	4
	Vanlig gulplister	<i>Lamium galeobdolon</i>	3
	Vitsippa	<i>Anemone nemorosa</i>	1, 3

1. BILLINGABÄCKEN BÄCKALSKOG

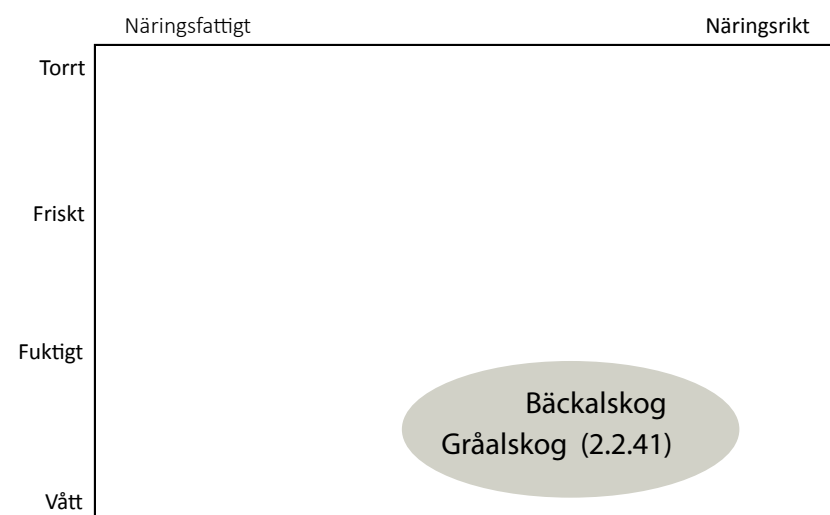


1. BILLINGABÄCKEN BÄCKALSKOG

PLATSBESKRIVNING



Översiktskarta från Lantmäteriet, bearbetad av författaren.

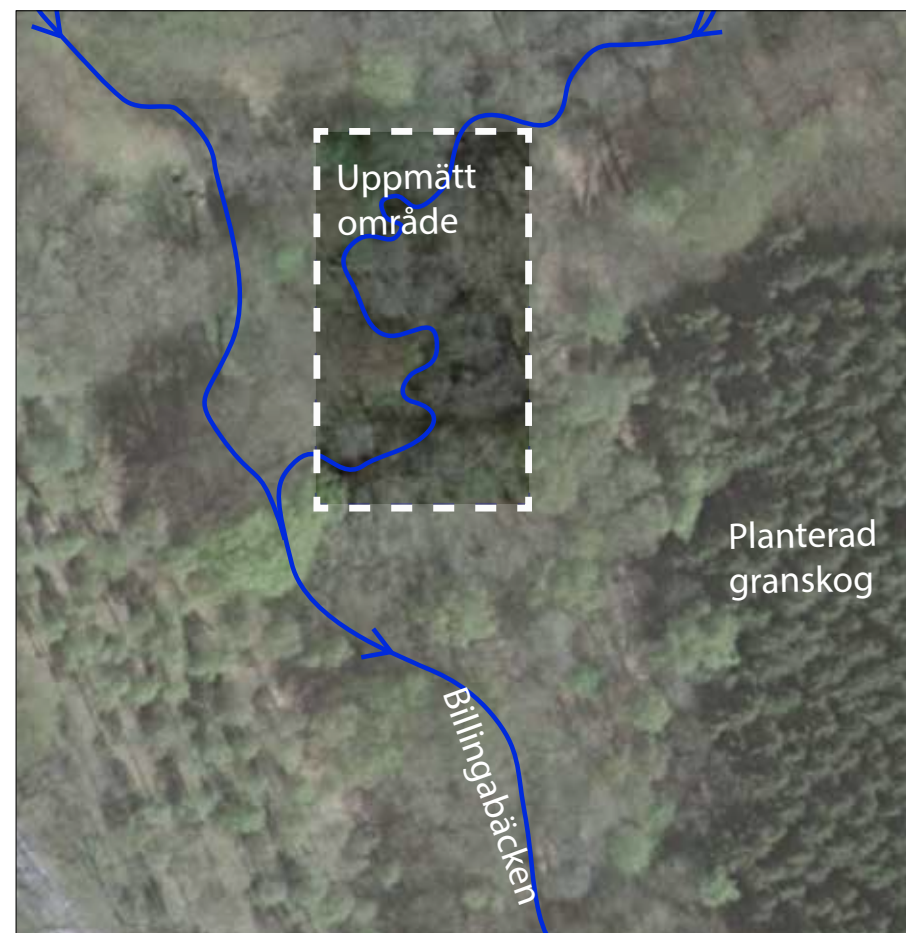


Fuktighets- och näringsgradienter för skogstypernas fördelning efter Pålsson 1998.

Billingabäcken ligger i Häckeberga på Romeleåsen i sydvästra Skåne i närheten av Genarp. Området karaktäriseras av stora skogsområden, odlings- och betesmarker, sjöar och kärrområden och det finns ett flertal naturreservat. Jordmånen är sandig morän på urbergshorsten Romeleåsens södra sida.

Berggrunden utgörs av granit (Sveriges Geologiska Undersökning). Kulturpåverkan på skogen närmast bäcken är relativt liten här, men området omges av planterad skog av gran och ädelgran.

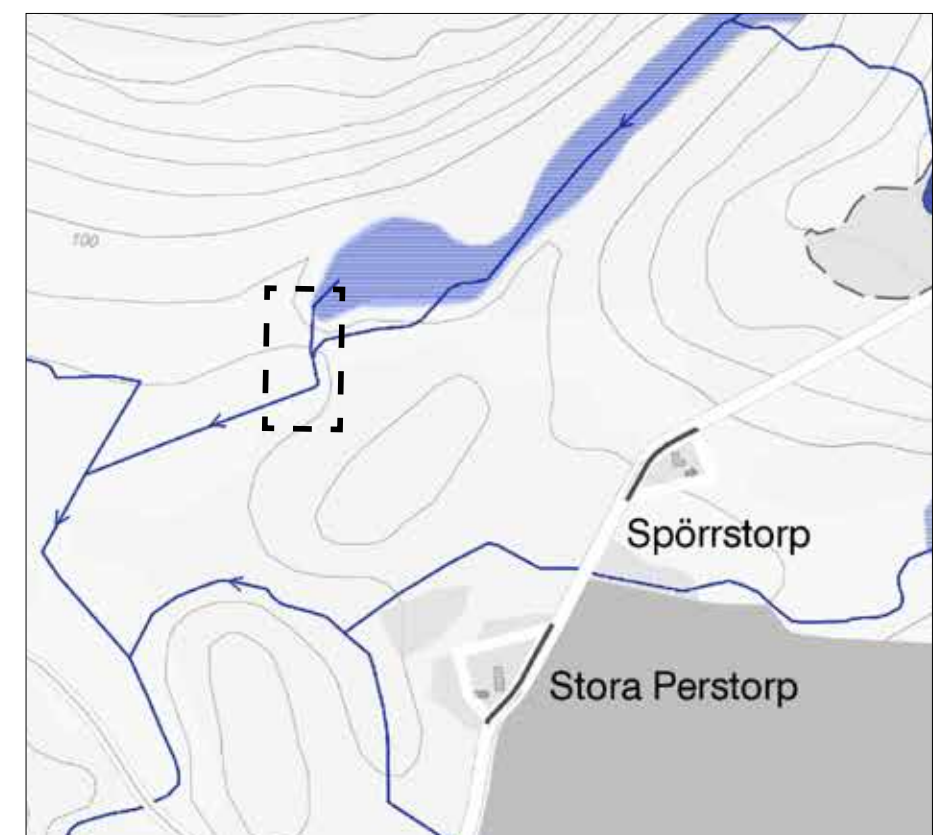
På vald del av Billingabäcken definieras skogstypen som bäckalskog (*Matteccia struthiopteris*-*Alnus glutinosa*-skog), en skog som utgör en smal remsa längs den snabbt rinnande bäcken.



Ortofoto: Lantmäteriet, berarbetad av författaren

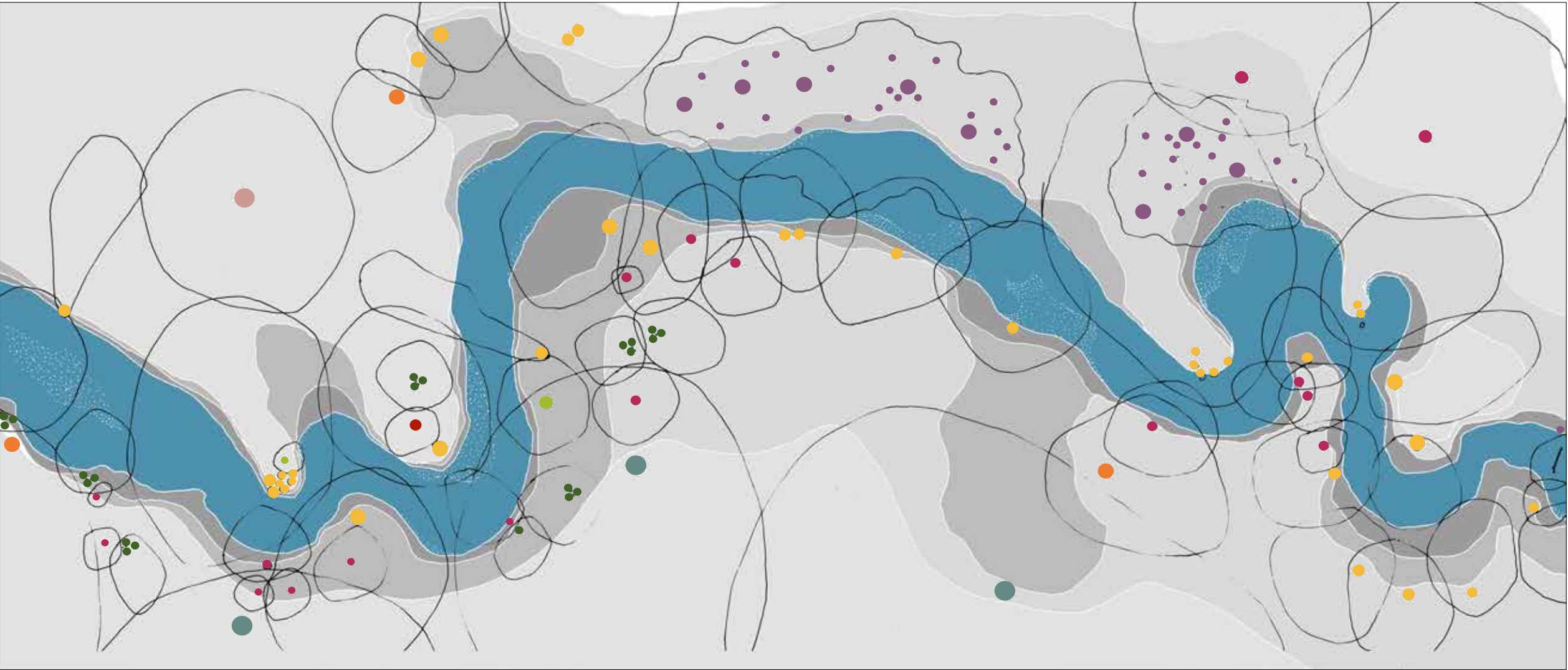
Klibbal dominerar det slutna trädskiktet, ask förekommer och hassel är skiljeart mot alkärr. Typisk art i fältskiktet är strutbräken. Bäckalskogen på vald plats definieras som ängsfräken-bäckalskog (*Equisetum pratense*-typ) genom ett antal skiljearter, bland andra ängsfräken och buskstjärnblomma (Brunet 1990). För Skånes sumpskogar, som skiljer sig från de i övriga delar av Sverige, har Jörg Brunet utarbetat en egen klassificering (1990). Längre norrut tillhör bäckalskogen ungefär vegetationstyp 2.2.4.1, gråalskog enligt Nordiska Ministerrådets klassificering (Pålsson 1998).

Vattnet i bäcken är en blandning av tillrinnande grundvatten och nederbörd och vald del av bäcken ligger långt upp i avrinningsområdet. Billingabäcken rinner mot Olstorpsån som mynnar i Häckebergasjön.



Topografisk karta: Lantmäteriet, berarbetad av författaren.

1. BILLINGABÄCKEN BÄCKALSKOG TÄCKNINGSKARTA



Träd-& buskskikt

- Klibbal
- Ask
- Trubbhagtorn
- Bok
- Hägg
- Benved
- Ek
- Hassel

Fältskikt - våraspekt

- Gullpudra
- Ängsfräken
- Strutbräken (dominerar)
- Svalört

- Vitsippa
- Gulsippa
- Harsyra
- Buskstjärnblomma

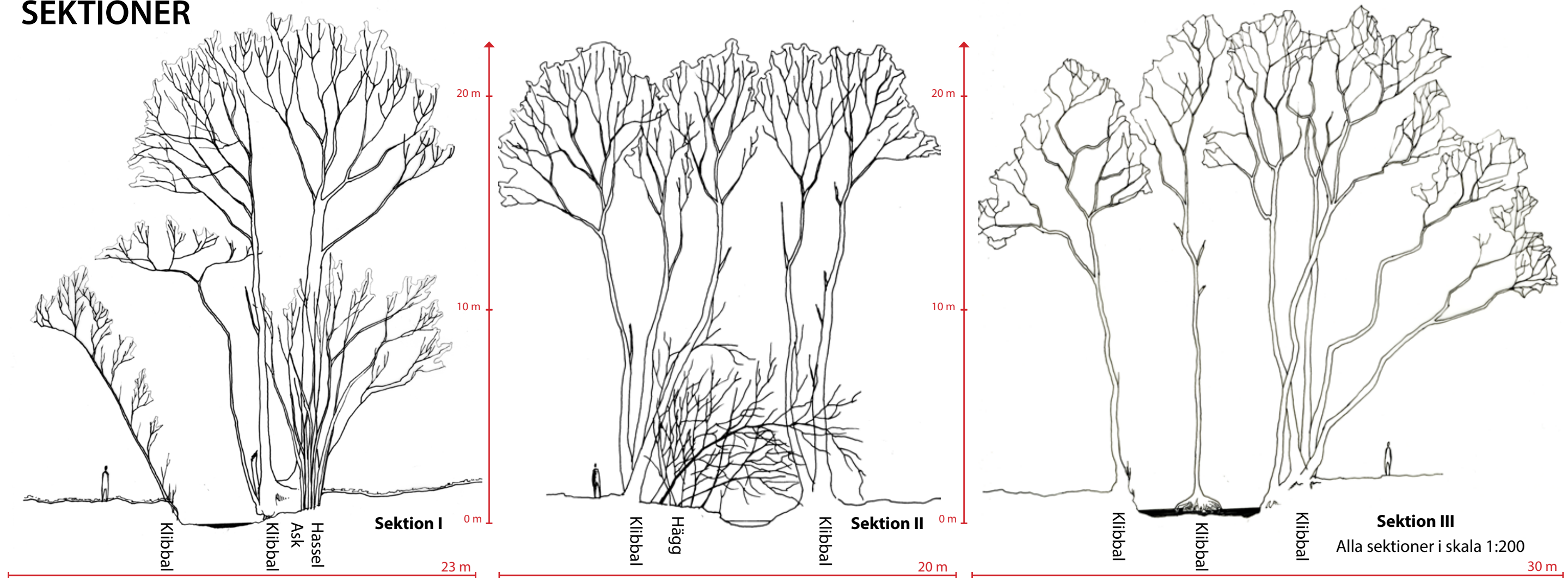
Fuktighetgradient:

- Stående vatten
- Blött
- Fuktigt
- Friskt
- Torrt

Skala 1:200 (A3)



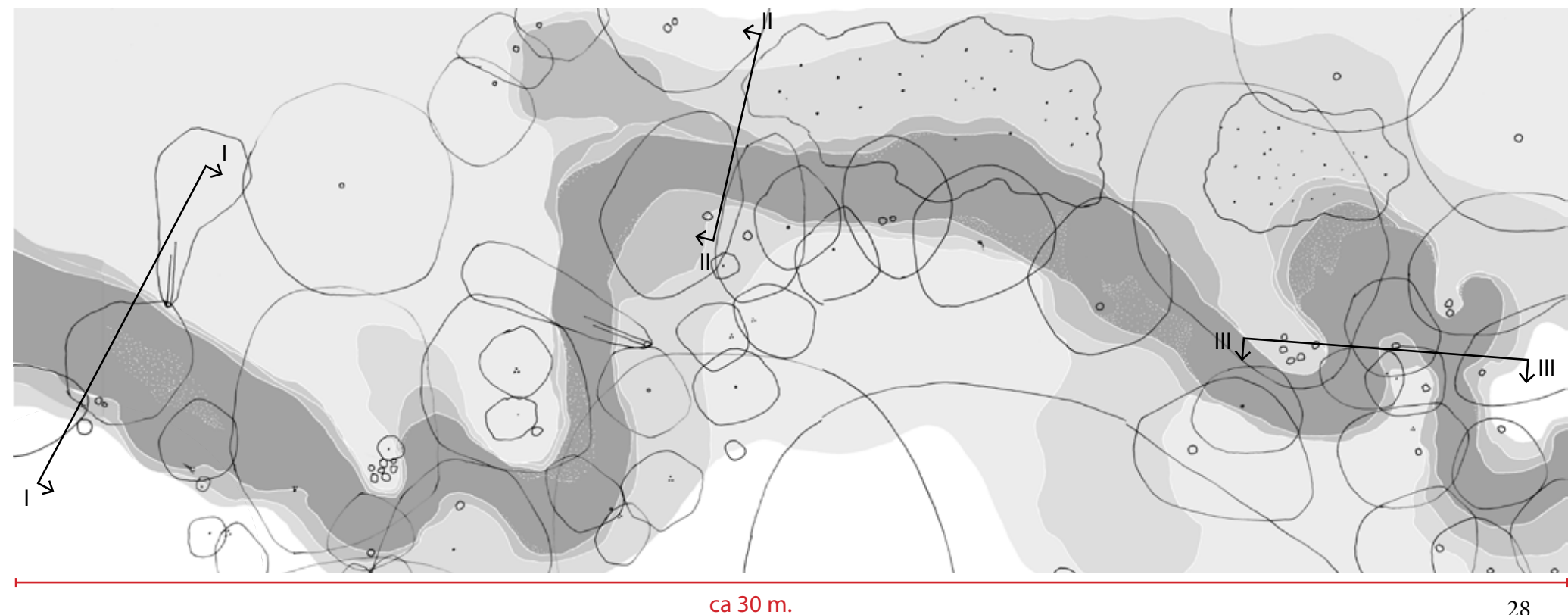
1. BILLINGABÄCKEN BÄCKALSKOG SEKTIONER



Skogen längs bäcken domineras av klibbal och varierar i sin karaktär mellan en- och tvåskiktat högbestånd. De samdominanta och högt burna kronorna bildar ett slutet trädskikt. Klibbalarna står ofta grupperade och har flera stammar. Ask och ek står på torrare mark. I mellanskiktet finns hassel, hägg och unga bokar. Hägg bildar täta utbredda bestånd som täcker mellan- och buskskikt i vissa delar och ger där täthet i dessa lager. För övrigt är tätheten koncentrerad till det övre kronskiktet.

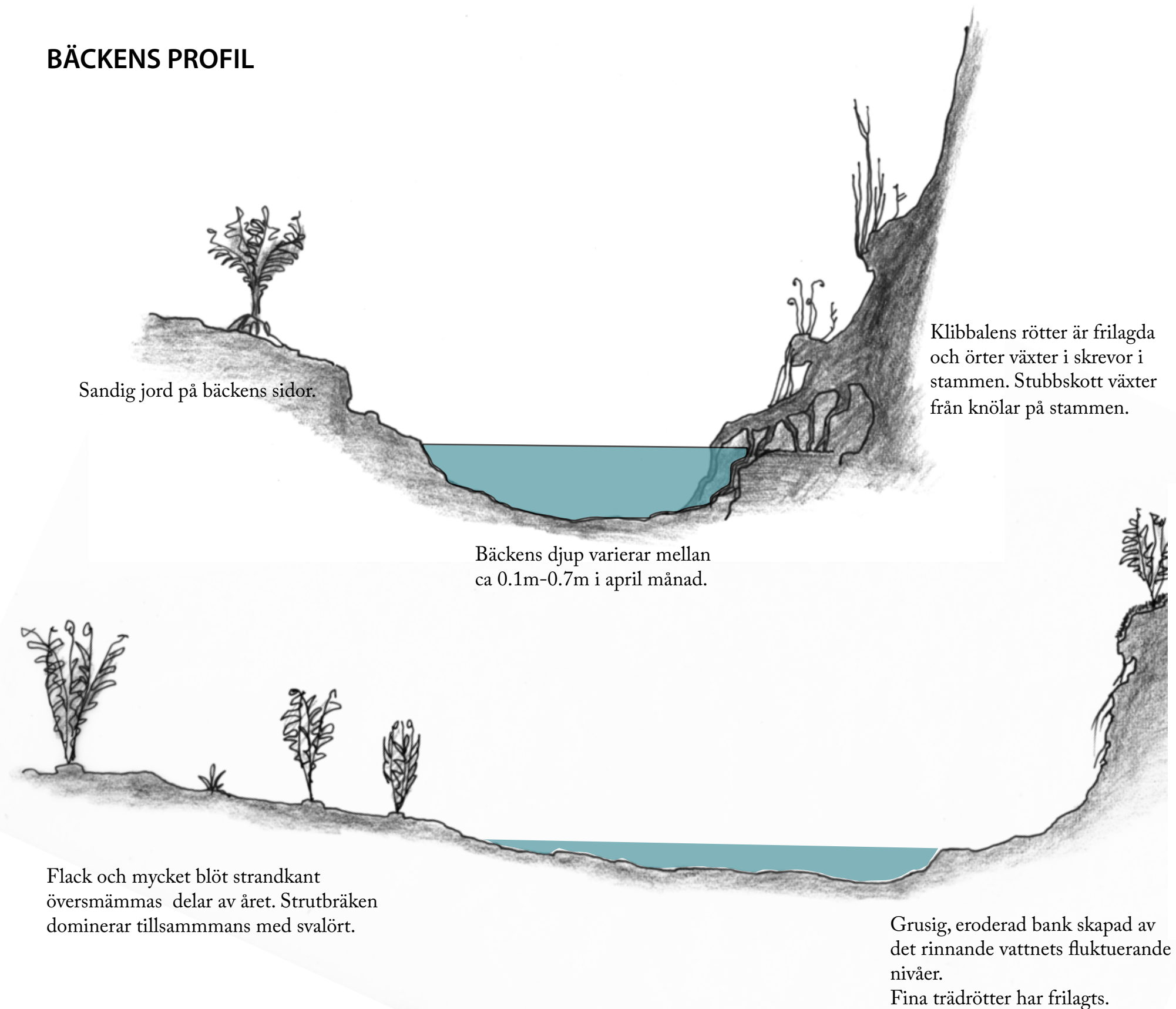
I buskskiktet finns enstaka benved och grupper av svarta vinbär som står blött.

Vattnet rinner snabbt och det finns ingen vegetation i själva bäckfåran. Strutbräken och svalört växer i de blötaste lägen.



1. BILLINGABÄCKEN BÄCKALSKOG DETALJER

BÄCKENS PROFIL



SÄRSKILDA DETALJER:



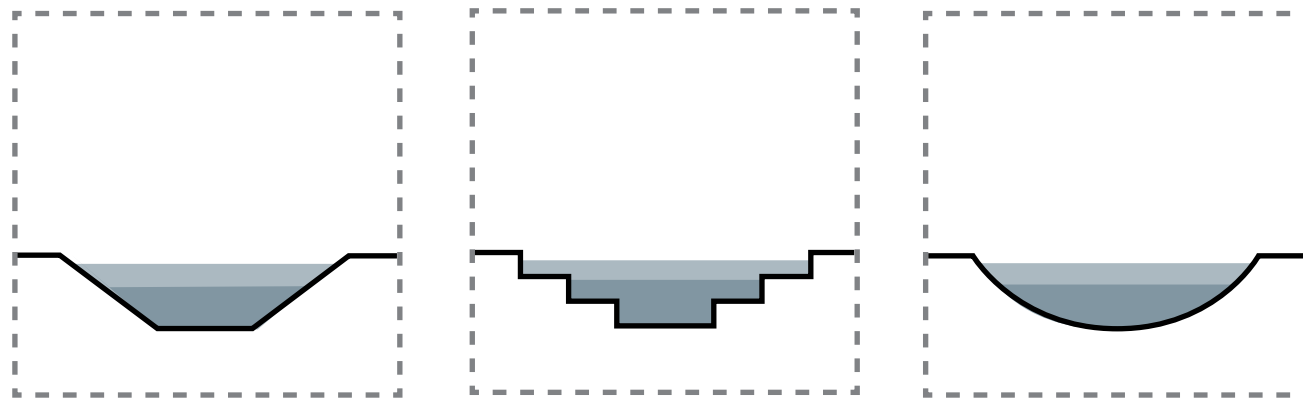
Strutbräken i blöta områden utmed bäck.



Alens rosystem frilaggt vid bäckkant.

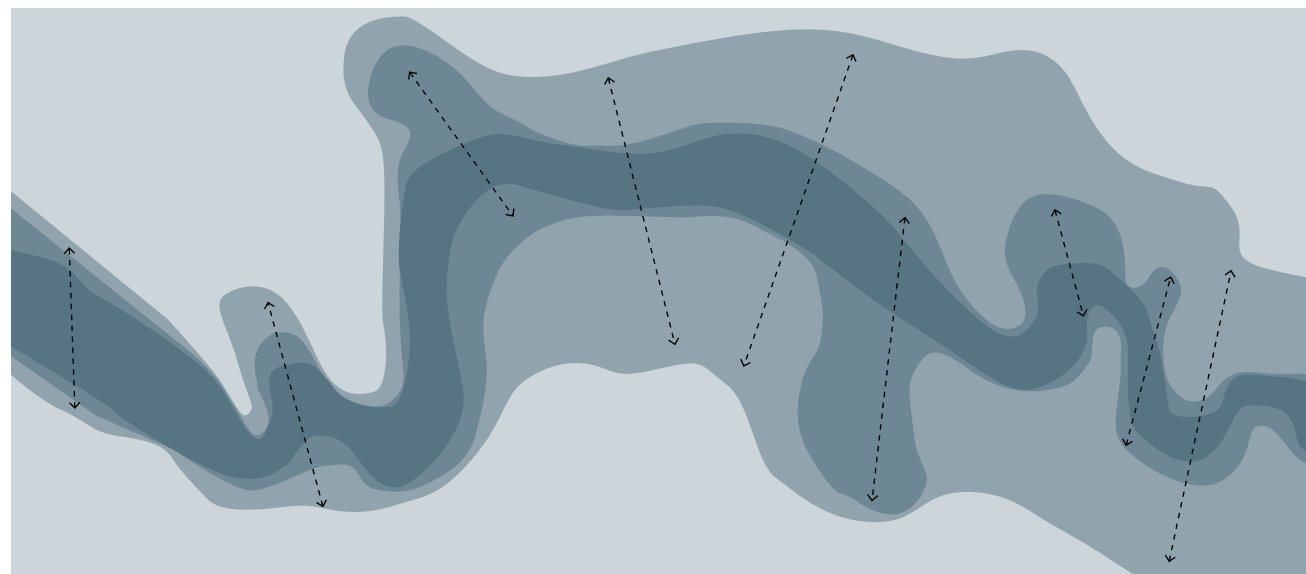
1. BILLINGABÄCKEN BÄCKALSKOG : KONCEPT

FÖRSLAG TILL UTFORMNING AV PROFILER FÖR TEKNISK FUNKTION



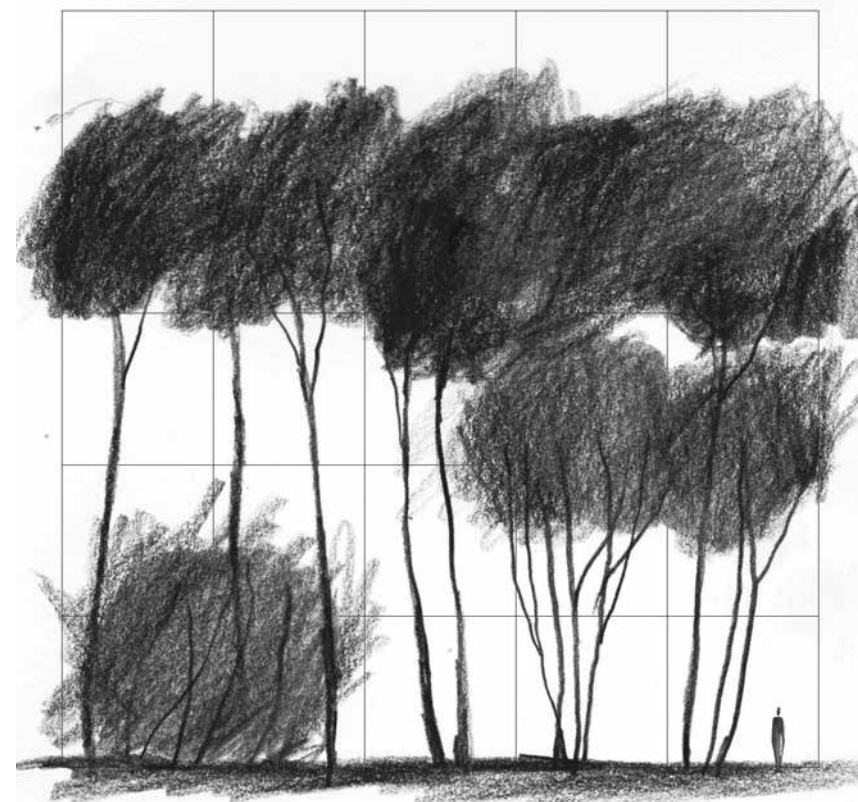
Möjliga variationer i profiler för bäck/dike/kanal med flera fuktighetszoner.

HORISONTELL DISTRIBUTION MARK



Form; meandrande med översvämningszoner, längsgående lutning max 2-5 %.

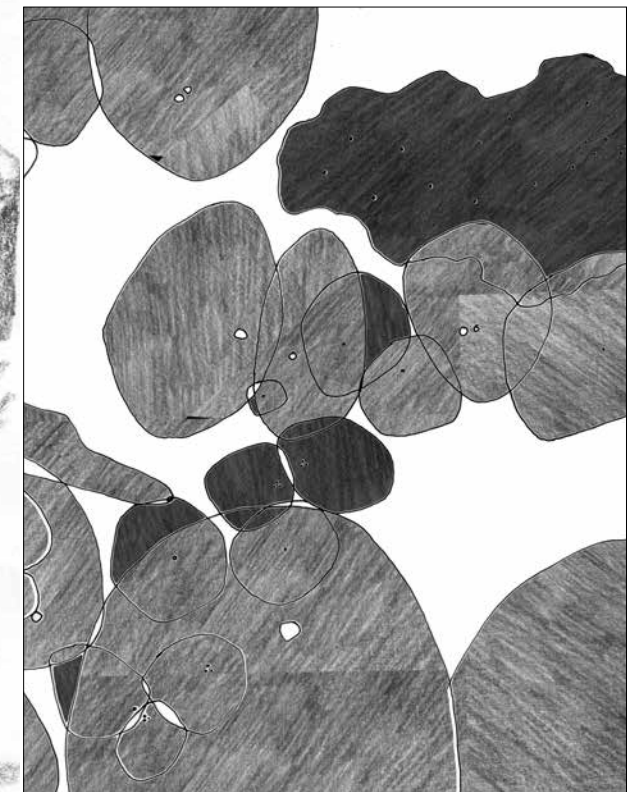
HORISONTELL DISTRIBUTION TRÄDSKIKT



TÄTHET I OLIKA SKIKT:
Slutet med förtätning i flera skikt.

VERTIKAL DISTRIBUTION
Tvåskiktat högbestand med en- och flerstammiga träd
Buskskikt artspecifikt med hägg som bildar täta buskage och låga svarta vinbär i fuktiga lägen som bildar en variation i täthet i buskskitet med tätt respektive öppet i olika delar av området.

VERTIKAL DISTRIBUTION VEGETATION



HORISONTELL DISTRIBUTION

Nästan slutet krontak, undre träd & buskskikt tätt i vissa delar

2. SVANEHOLM ALKÄRR

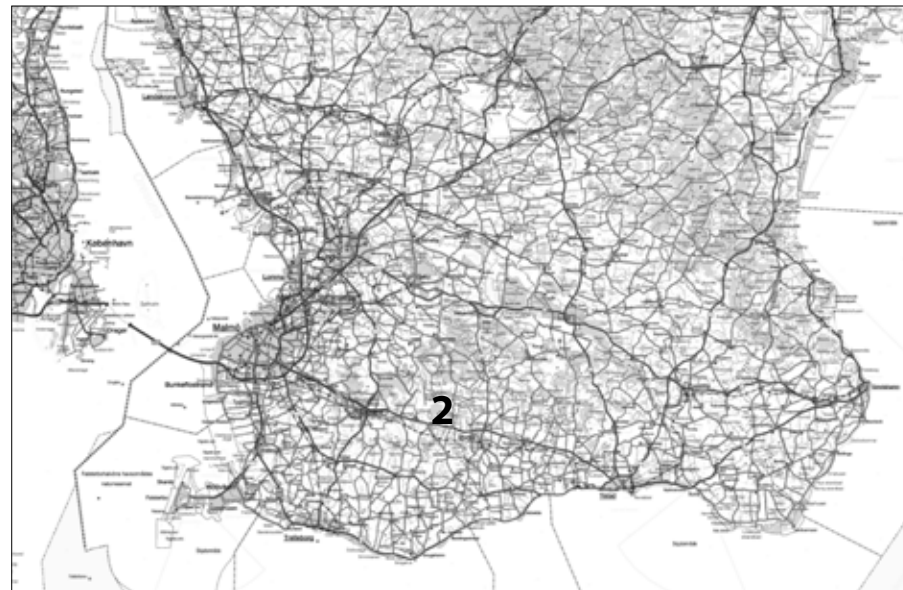


2. SVANEHOLM ALKÄRR

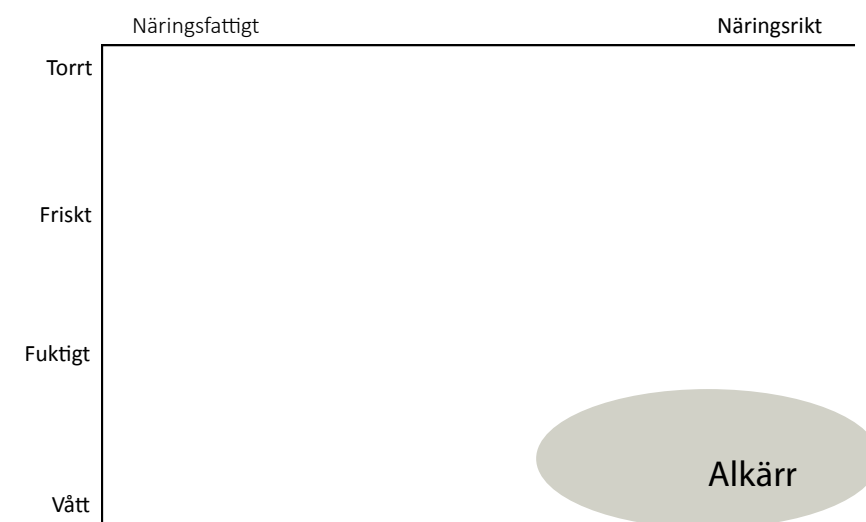
PLATSBESKRIVNING

Svaneholmsjön ligger i Skurups kommun i södra Skåne på den sydvästskånska slätten. Vid sjön ligger Svaneholms slott från 1500-talet. I sjön växer näckrosor, säv och vass.

I nordvästra och östra delen av sjön breder mindre sankmarker ut sig med mycket klibbal. Det omkringliggande landskapet domineras av jordbruk och mindre skogspartier, bland andra bokskogen Hästhagens naturreservat. Berggrund i området är kalksten, sandsten, mägersten och jordarten moränlera eller lerig morän (SGU).



Översiktskarta från Lantmäteriet, bearbetad av författaren.

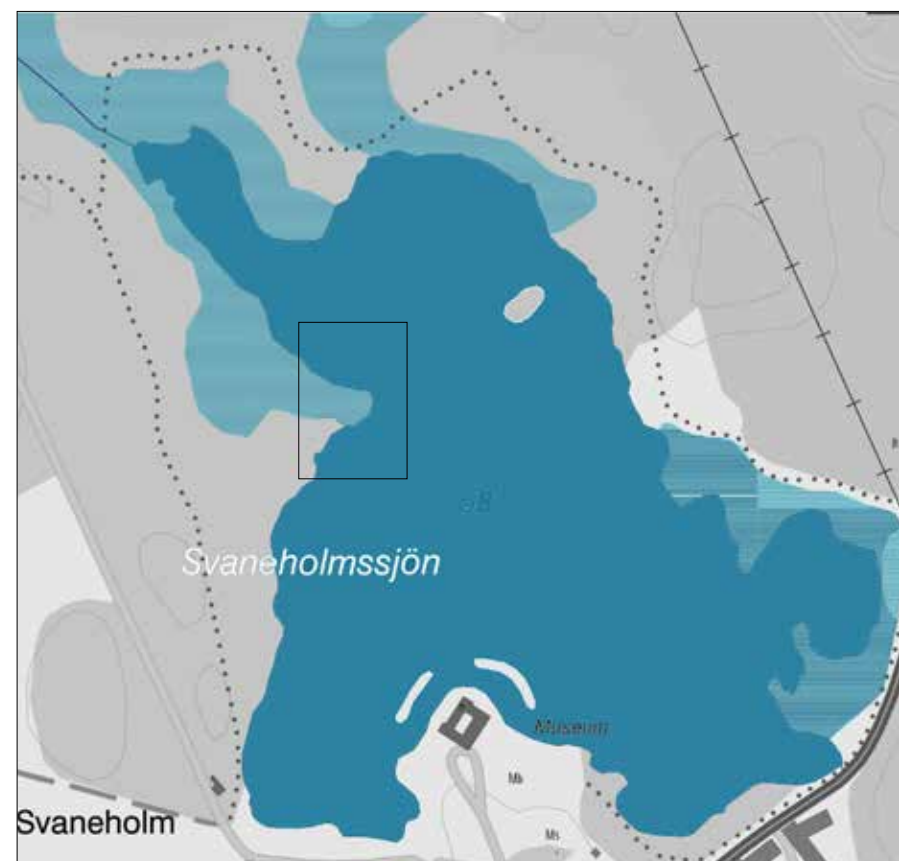


Fuktighets- och näringsgradienter för skogstypernas fördelning efter Pålsson 1998.

Svaneholmsjön är recipient i avrinningsområdet och är en grund och näringsrik slättsjö med hög produktion (Björklund, Holmström & Krook 2006). Delar av det kringliggande landskapet är sankmark.

SKOGSTYP

Alkärrret vid sjöns östra strand har stillastående vatten och är översvämmat stora delar av året, med en fuktighetsgradient in till den torrare strandkanten. Skånes alkärr (*Carex elongata-Alnus glutinosa*-typ) kan delas in i tre typer: Vimossa-alkärr, Bäckbräsma-alkärr och Svärdsilja-alkärr (Brunet 1990). Lokalen på Svaneholm kan närmast klassificeras som Svärdsilja-alkärr (*Iris pseudo-acorus*-typ). Motsvarande skogstyp enligt Nordiska Ministerrådets klassificering är Klibbalstrandskog, 2.2.4.2 *Alnus glutinosa-Lycopus europaeus*-typ som tillhör myrserien (Pålsson 1998). Kärrskog definieras som en skog med ytvatten marknära



Terrängkarta från Lantmäteriet, bearbetad av författaren.

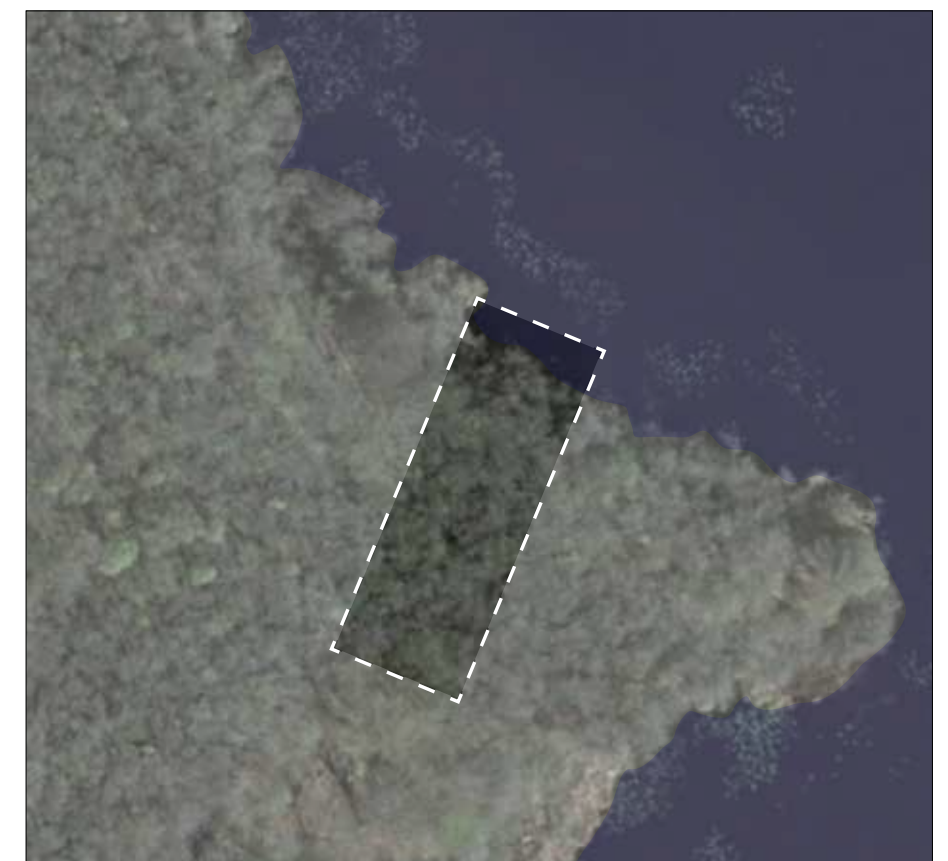
grundvatten, med kärrtorv som jordmån och kärrväxter i markvegetation och en näringsrik miljö.

Alsocklarna nås inte av grundvatten och har ett pH-värde mellan 3 och 4 och är betydligt surare miljö än i de blöta svackorna.

Svackornas vegetation skiljer sig från sockelvegetationen och alkärrens växtsamhällen är mosaikartade och artrika.

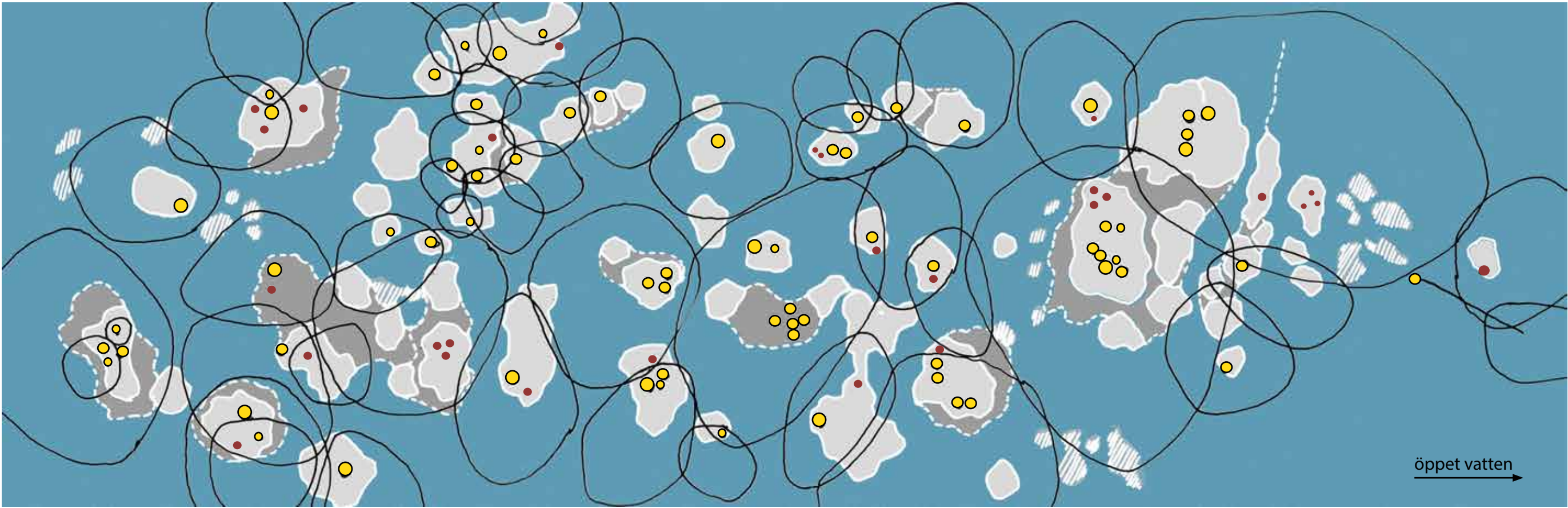
Trädskiktet på platsen vid Svaneholmsjön domineras av klibbal tillsammans med rönn som växer på socklarna och grävde i de blötaste lägena. Fältskiktet på alsocklarna tidig vår är bland andra älgört, ekorrbär, kärrviol, kärrsilja och flertalet ormbunkar.

Fälskikt i svackorna inkluderar bland annat skiljearterna för svärdsilja-alkärr; gul svärdsilja och bunkestarr.



Ortofoto från Lantmäteriet, bearbetad av författaren.

2. SVANEHOLM ALKÄRR TÄCKNINGSKARTA



ca 35 m

Skala 1:100 (A3)

Träd - & buskskikt:

- Klibbal
- Rönn (kronomfång inte markerat)
- Gråvide i det blötaste läget, inte utsatt i plan, se sektion.

Fältskikt vårflor på socklar:

- Ekorrbär
- Kärrviol
- Kärrsilja
- Ormbunkar
- Älgört

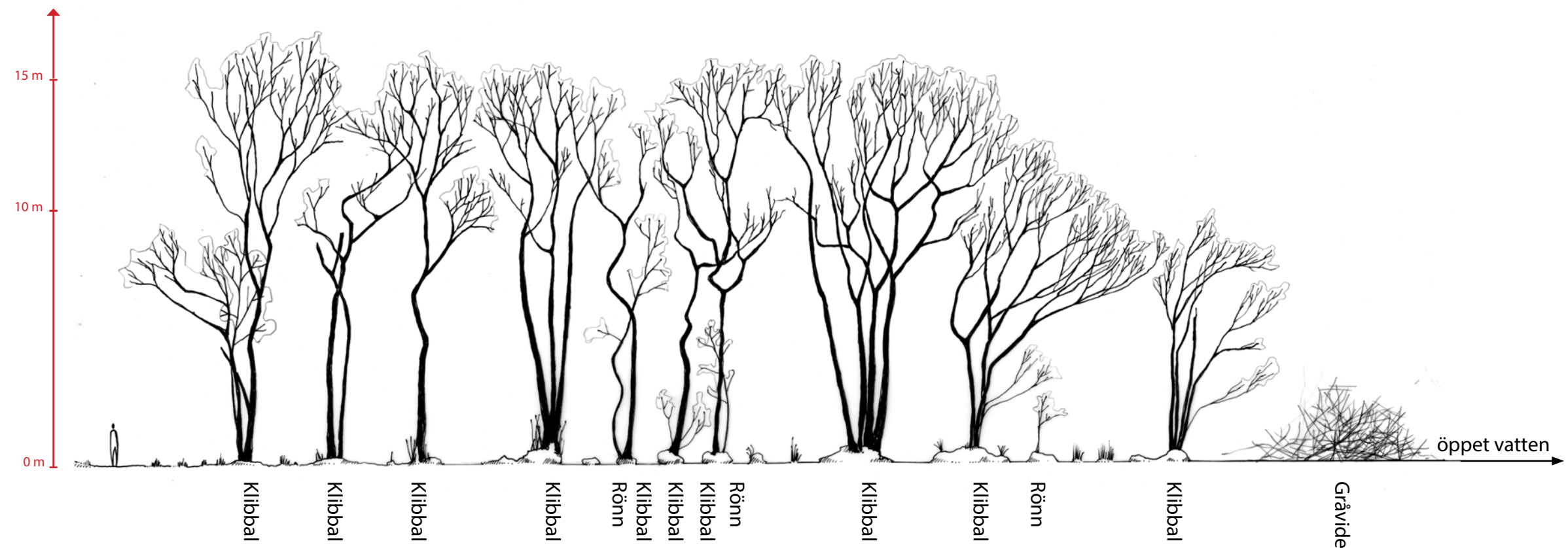
Fältskikt vårflor i svackor:

- Bunkestarr
- Gul svärdslilja
- Gråstarr
- Svalört

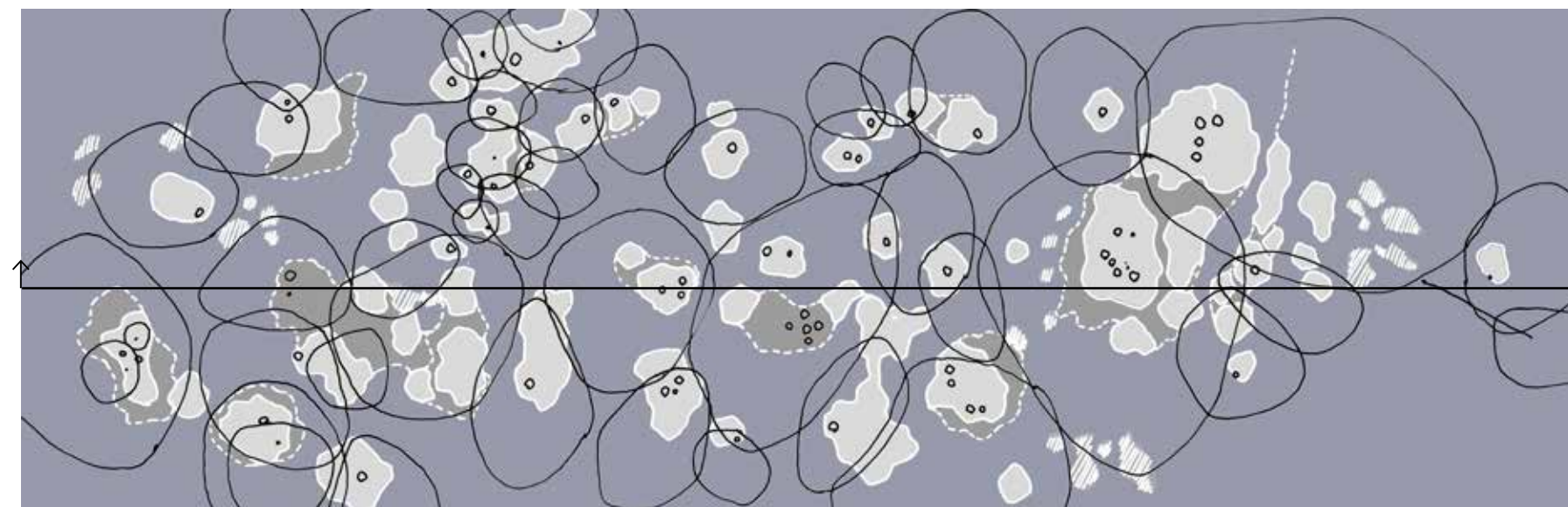
Fuktighetgradient:

- Stående vatten (ca 10 cm. i april)
- Blött
- Fuktigt
- Friskt
- Torrt

2. SVANEHOLM ALKÄRR SEKTION



Beståndet består främst av klibbal som dominerande art. De samdominanta kronorna bildar ett högbestand med väl slutet krontak, men totalhöjden överstiger inte 15m. Klibbalarna står ibland grupperade/ har flera stammar och bildar små socklar och öar. Rönn förekommer på socklarna men når sällan upp till alarnas kronor. Fältskiktet består av specifika arter på socklarna respektive i svackorna. Tätheten koncentrerad till det övre kronskiktet. Gråvide förekommer i den allra blötaste, sjönära delen.

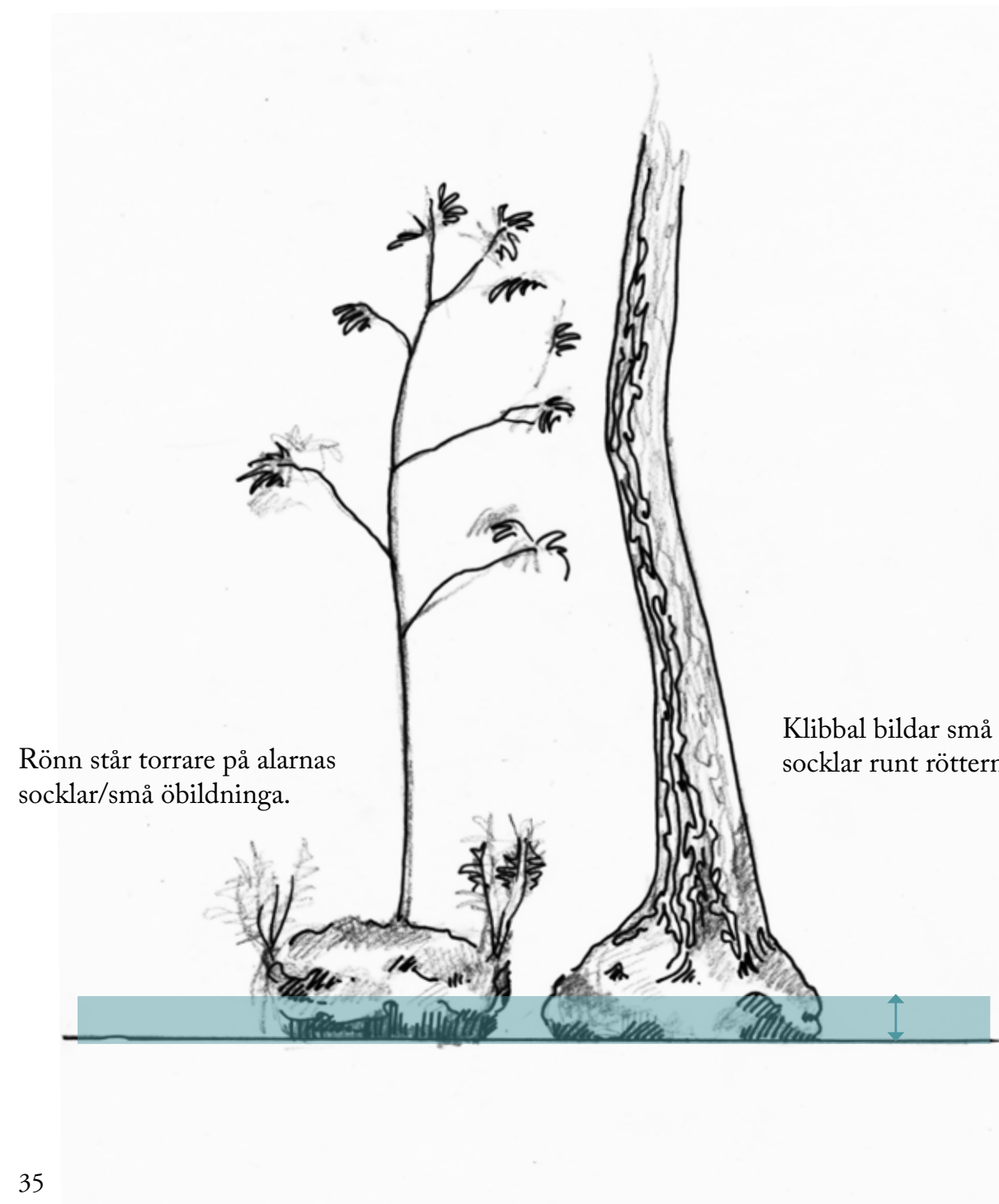


- Blött
- Fuktigt
- Friskt
- Torrt

Skala 1:200 (A3)

ca 30 m

2. SVANEHOLM ALKÄRR DETALJ



Rönn står torrare på alarnas socklar/små öbildninga.

Klibbal bildar små socklar runt rötterna.

Fluktuerande vattennivåer över året.



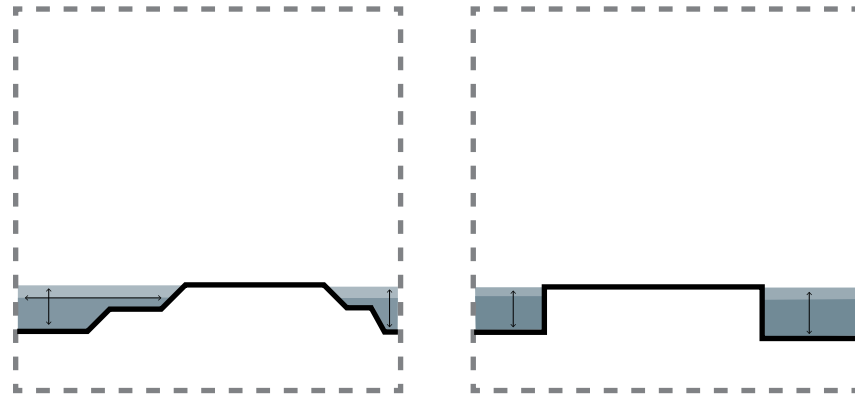
Små öformationer kring klibbalens rötter.



Starr och mossor bildar små formationer i den blöta miljön.

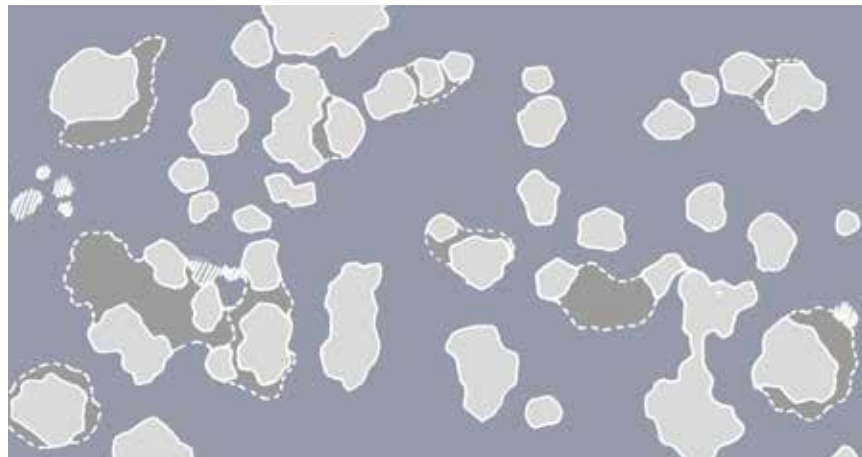
2. SVANEHOLM ALKÄRR KONCEPT

FÖRSLAG TILL UTFORMNING AV PROFILER FÖR TEKNISK FUNKTION



Teknisk funktion: regnbädd med öar.

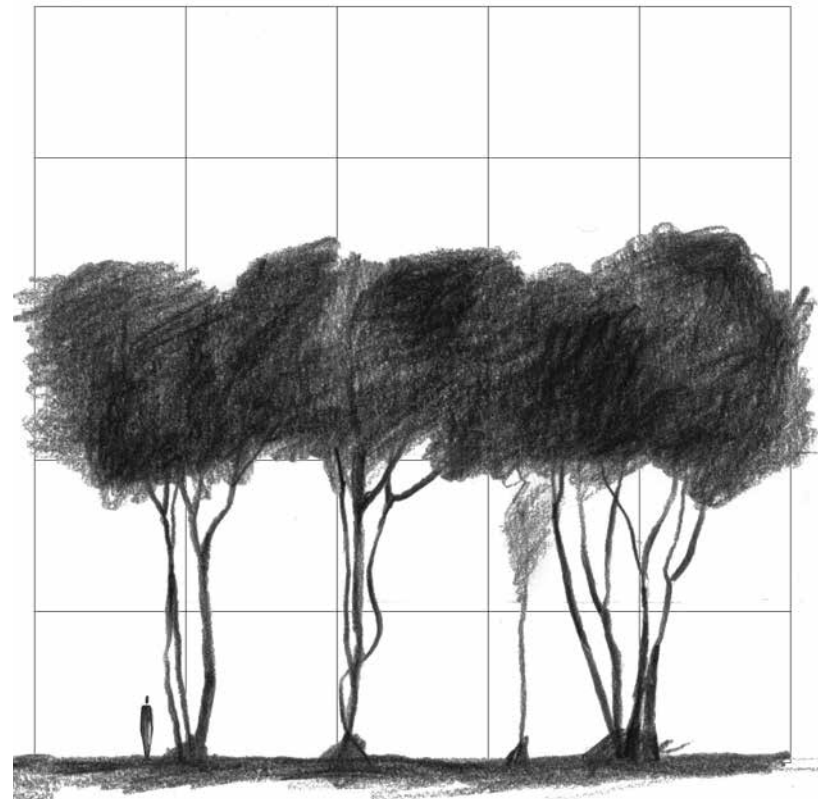
HORISONTELL DISTRIBUTION MARK



Klibbal med socklar om bildar små öar, sumpzon till blött med artspecifik vegetation.

Alsocklar egna torrare system.

HORISONTELL DISTRIBUTION TRÄDSKIKT



TÄTHET I OLIKA SKIKT:

Slutet med förtätning i de övre skikten, som är relativt lågt.

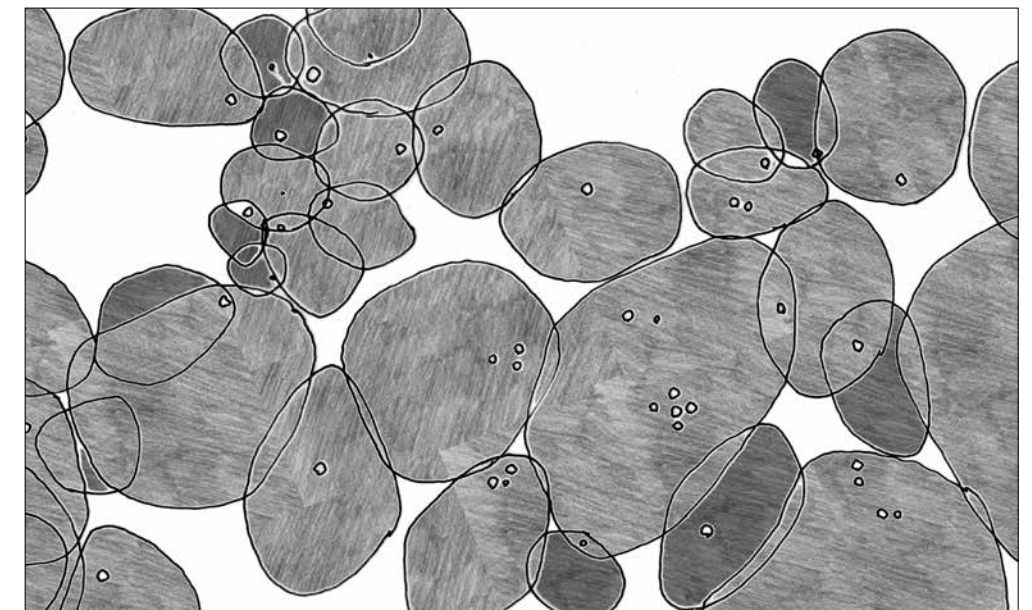
VERTIKAL DISTRIBUTION

Enkiktat högbestand med en- och flerstammiga klibbalar.

Rönn växter på sockarna och bildar undre skiktet.

God genomsikt. Fältskikt på socklarna.

VERTIKAL DISTRIBUTION VEGETATION



Täckande krontak.



3. STENSHUVUD SOCKELALKÄRR & AVENBOKSKOG

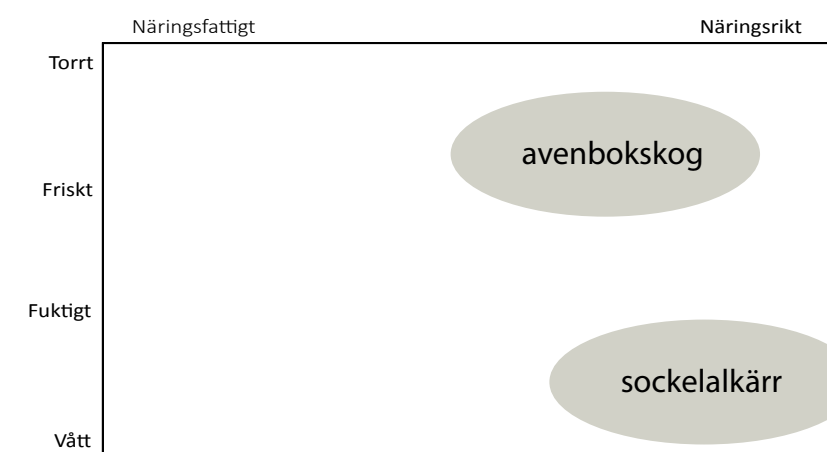
3. STENSHUVUD SOCKELALKÄRR & AVENBOKSKOG

PLATSBESKRIVNING

Sockelalkärret ligger i Stenshuvud nationalpark på Österlen i Skåne, vilket är ett alkärr som ligger i en sänka öster om huvudet, en höjd som reser sig 97 m över havet. Området har en stor variation av naturtyper och en mycket rik flora och fauna och ligger vid Östersjön. Berggrund i området är granit och jordarten morän (SGU).



Översiktskarta från Lantmäteriet, bearbetad av författaren.



Fuktighets- och näringsgradients för skogstypernas fördelning efter Pålsson 1998.

SKOGSTYPER

Det uppmätta området är indelat i två typer, Sockelalkärr och Avenbokskog.

Typ A är ett sockelalkärr med stora öbildningar och tydliga socklar, närmast definierat som Vitmossa-alkärr (*Spagnum squarrosum*-typ)(Brunet 1990). Motsvarande skogstyp enligt Nordiska Ministerrådets klassificering är sumpalskog av örttyp, 2.2.4.3 *Alnus* spp.-*Filipendula ulmaria*-*Carex elongata*-typ som tillhör myrserien (Pålsson 1998). Denna skogstyp förekommer i terrängsvackor i näringsrik miljö med relativt stillastående vatten. Typiska alsocklar har bildats på grund av alstammens förmåga att skjuta rotskott. Trädsiktet domineras av klibbal och glasbjörk. Karaktäristisk vegetation på öar och socklar är blåbär, vildkaprifol och ormbunkar. Vegetation i de blötaste svackorna är starrarter.

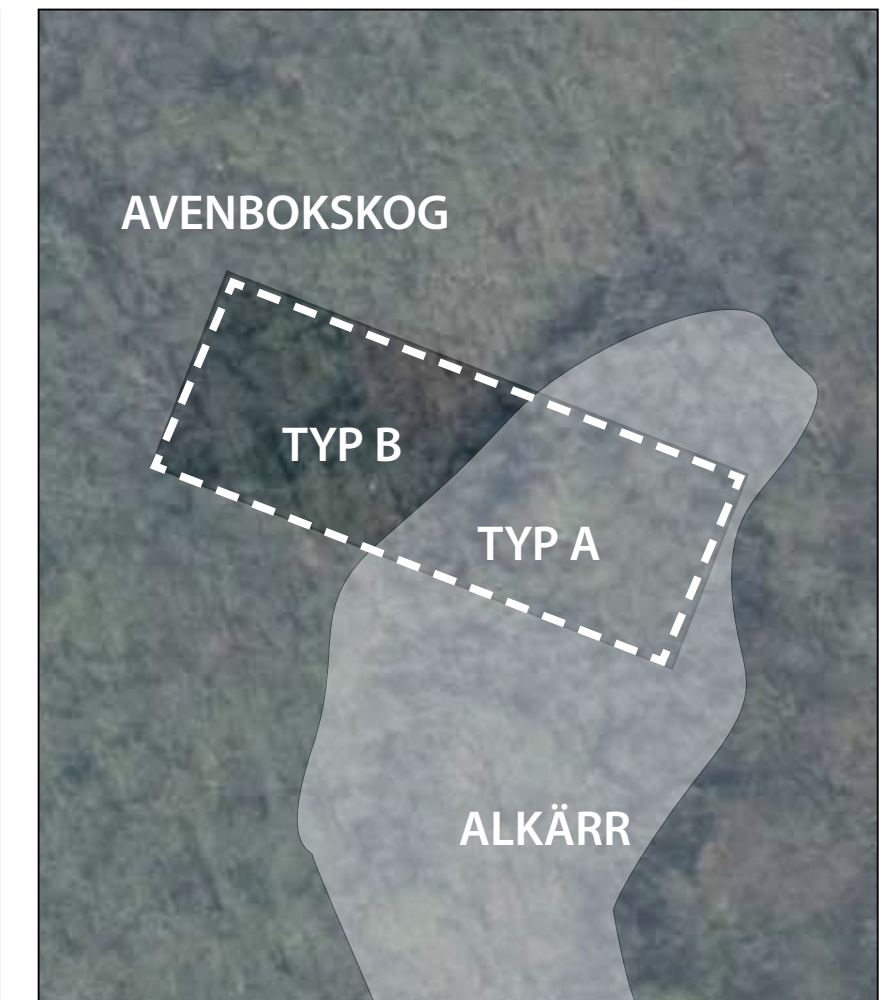


Terrängkarta från Lantmäteriet, bearbetad av författaren.

Typ. B. Avenbokskog i stenig österslänt ner mot sockelalkärr. Domineras av avenbok med inslag av ek. Skogstypen enligt Nordiska Ministerrådets klassificering är Avenbokskog 2.2.2.4 som tillhör ängsserien och typiska dominerande arter är vitsippa som dominerar fälskiktet på våren. Murgröna klättrar på trädstammarna. Skogstyp A och B väver i varandra.

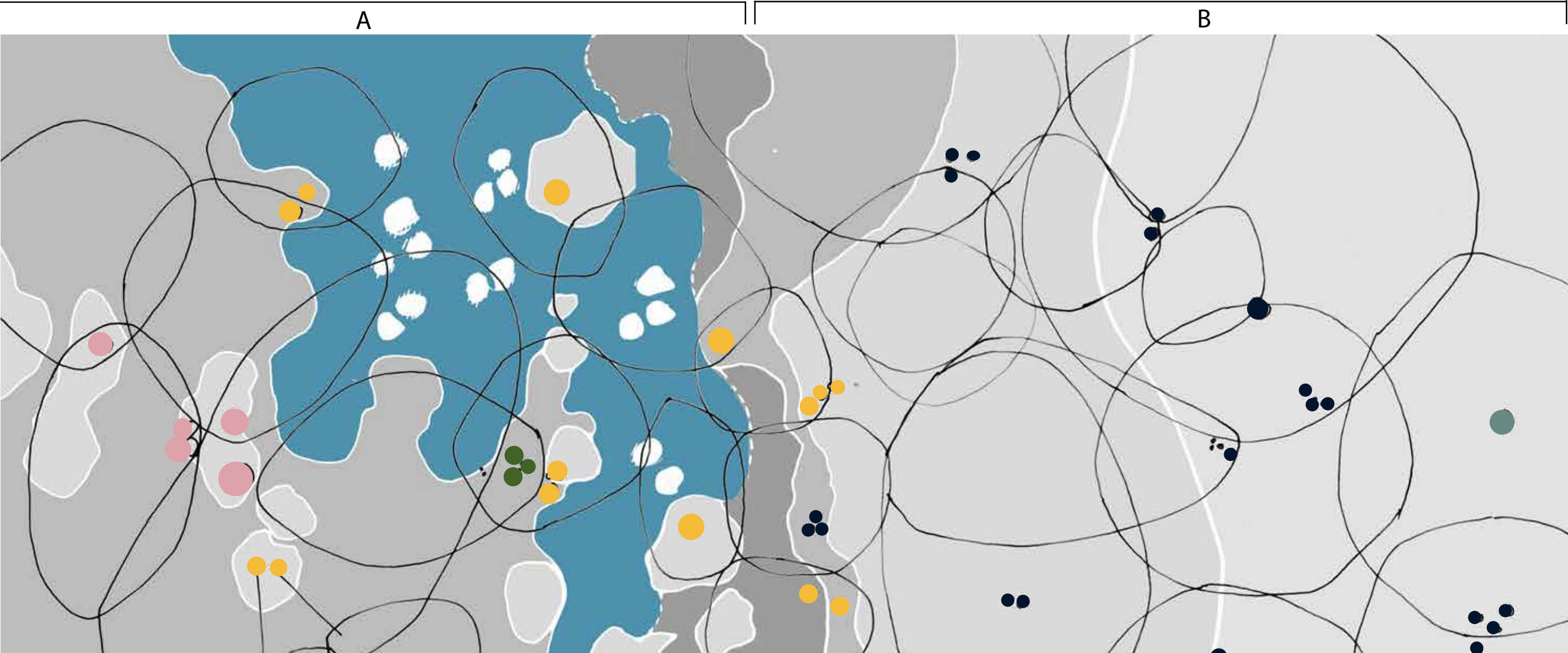
VATTENBILD

Stenshuvud sockelalkärr ligger i en svacka där vatten rinner till från sluttningarna på östra och västra sidan. Vattnet rinner söderut och mynnar slutligen i Östersjön. Mesotrofa, måttligt näringsrika förhållanden.



Ortofoto från Lantmäteriet, bearbetad av författaren.

3. STENSHUVUD TÄCKNINGSKARTA



ca 30 m.

Skala 1:100 (A3)



Trädskikt

- Klibbal
- Avenbok
- Hassel
- Ek
- Glasbjörk

FÄLTSKIKT A. Våraspekt

- Bunkestarr
- Blåbär
- Ekorrbär
- Vildkaprifol
- Harsyra
- Hultbräken

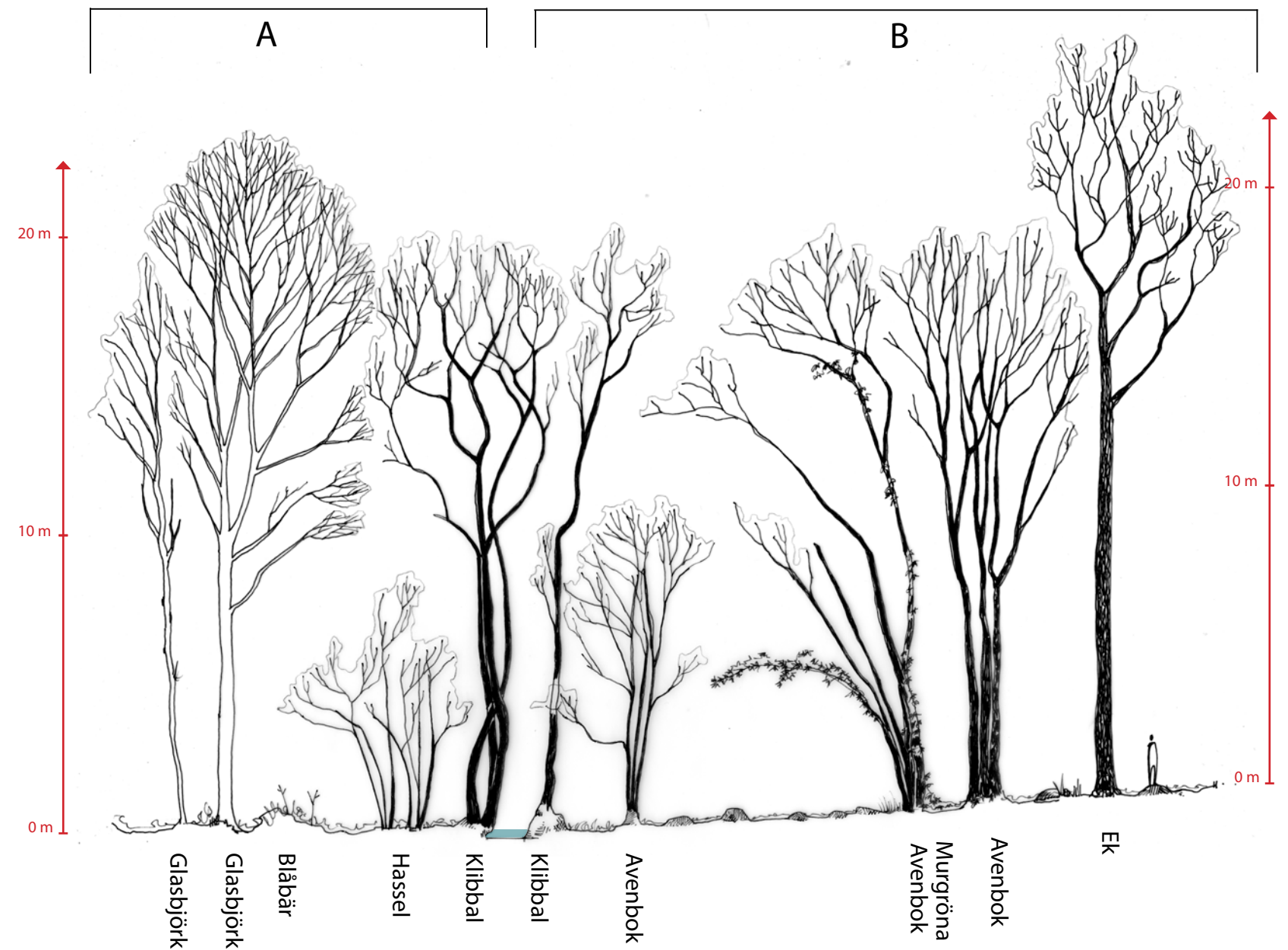
FÄLTSKIKT B. Våraspekt

- Visippa
- Gulsippa
- Murgröna Hedera helix
- Blåsippa
- Vanlig gulplister
- Lundslok
- Getrams
- Buskstjärnblomma
- Lundviol

Fuktighetsgradient

- Stående vatten
- Blött
- Fuktigt
- Friskt
- Torrt

3. STENSHUVUD SEKTION

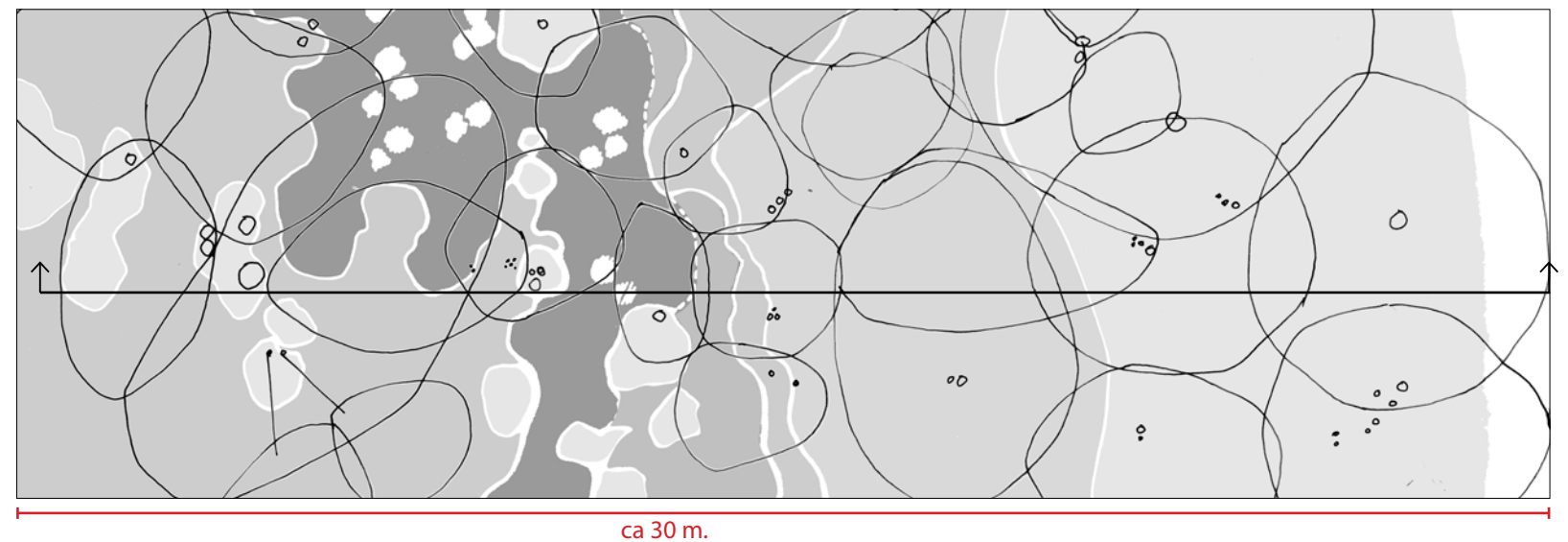


A. Sockelalkärr

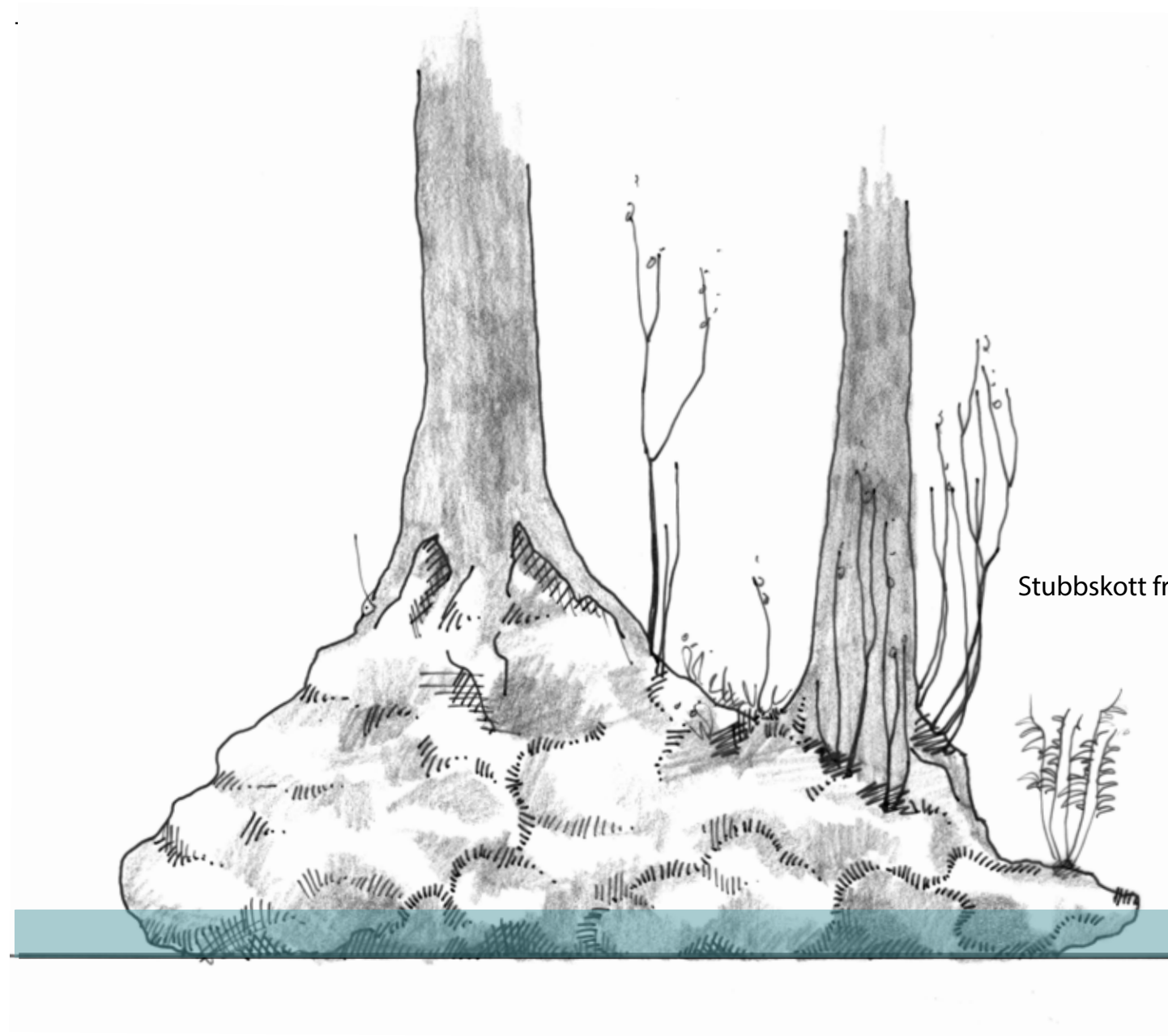
Dominerande arter är klibbal och vårtbjörk. Alen står på de blötaste platserna och vårtbjörken på de stora öarna. De samdominanta kronorna bildar ett tvåskiktat högbestand med slutet krontak där hassel utgör buskkikt. Fälskiktet består främst av starr i svackorna och på öarna av blåbär och vildkaprifol.

B. Avenbokskog

Högbestand i två skikt som domineras av avenbok, men ek dominerar höjden över 25m. Fälskiktet är typiskt täckt av vitsippor under våren och murgröna klättrar i träden. Stenig slänt ned mot det blöta alkärret.



3. STENSHUVUD DETALJ



Bunkestarr



Glasbjörk



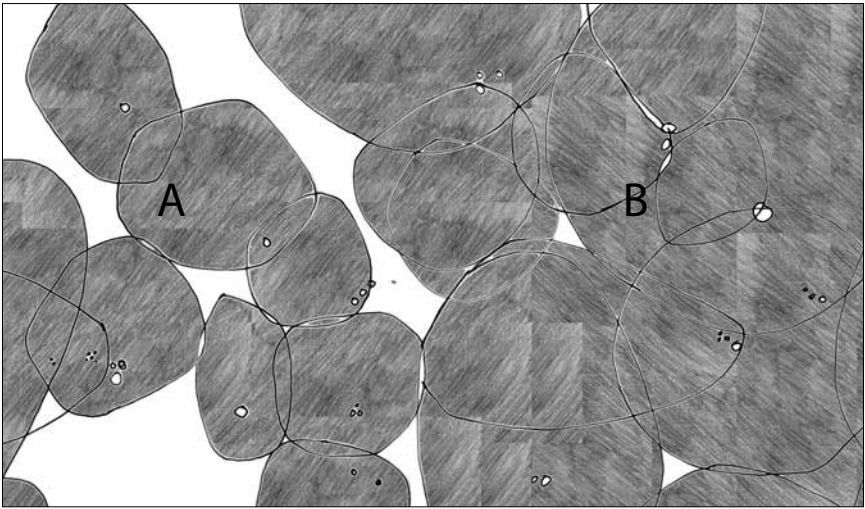
Väl utvecklad sockel med rönn, blåbär och mossa.

3. STENSHUVUD KONCEPT

Typ A. Sockelalkärr med stora öbildningar.

Typ B. Avenbokskog i stenig slänt med rikt fältskikt.

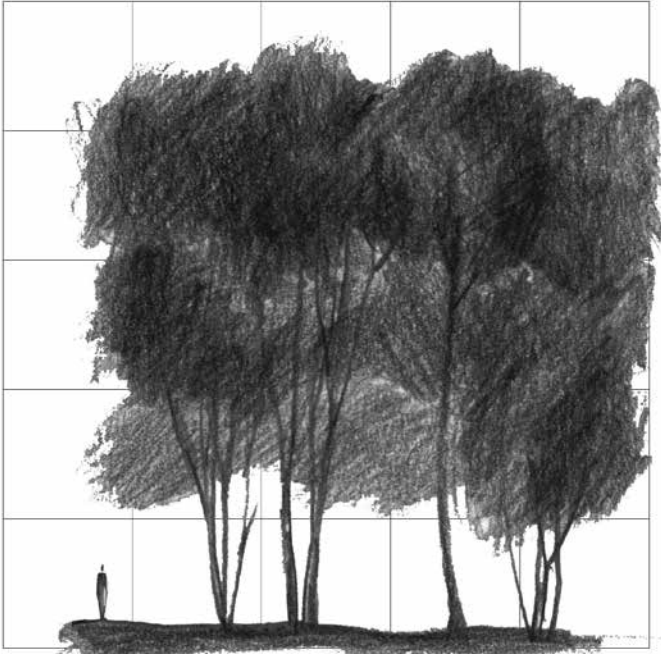
HORISONTELL DISTRIBUTION
TRÄDSKIKT



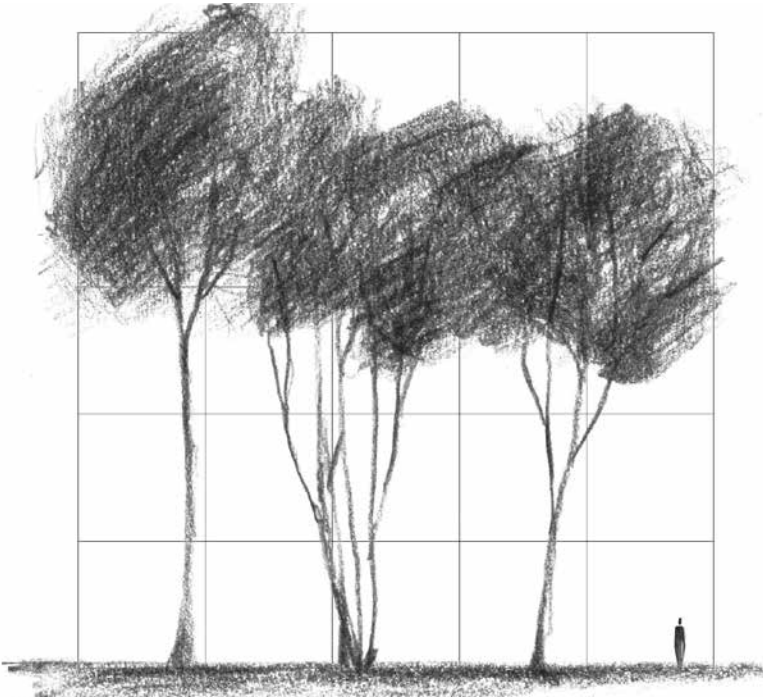
HORISONTELL DISTRIBUTION MARK



VERTIKAL DISTRIBUTION VEGETATION



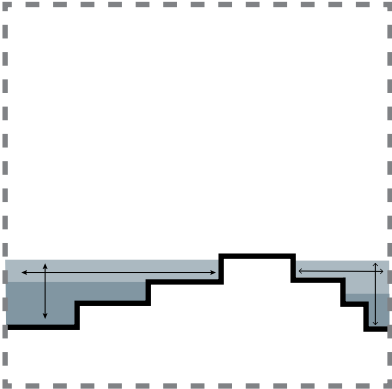
Täthet i flera skikt.



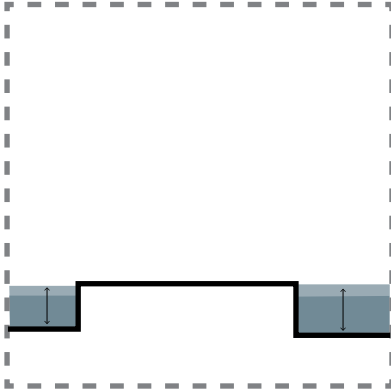
Höga kronor med stängt krontak

FÖRSLAG TILL UTFORMNING AV PROFILER FÖR TEKNISK FUNKTION

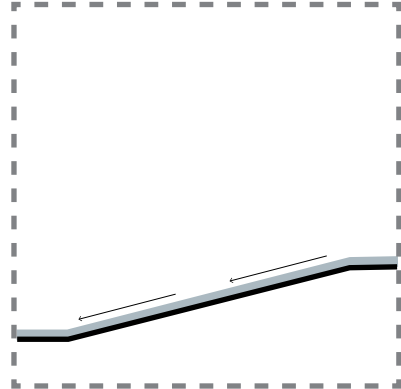
VARIATIONER I PROFIL



Regnbädd med öar



Regnbädd med öar



Översilningsyta



4. RISEN SANKÄNG

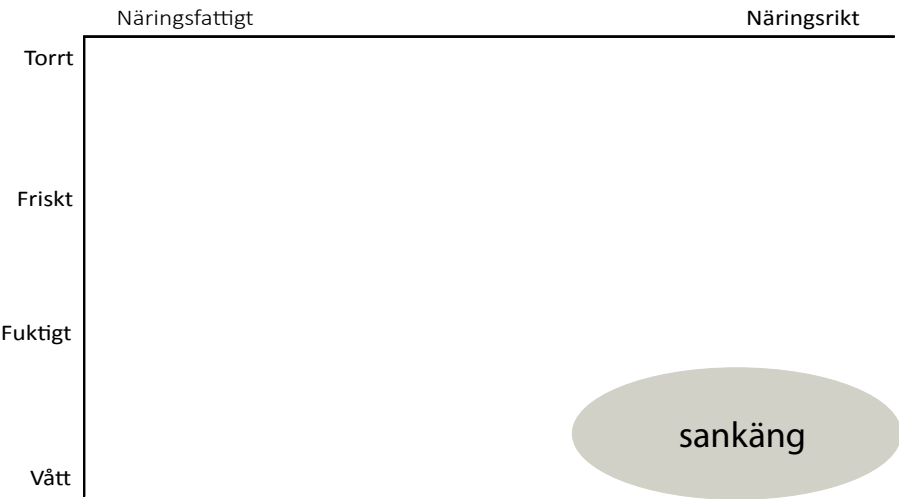


4. RISEN SANKÄNG

PLATSBESKRIVNING



Översiktskarta från Lantmäteriet, bearbetad av författaren.



Fuktighets- och näringsgradienter för skogstypernas fördelning efter Pålsson 1998.

Risens naturreservat, ligger söder om Genarp i Lunds kommun i Häckebergaområdet. Risen är en enefälad, naturbetesmark med en mosaikartad struktur med en variation av vegetationstyper. Om Risen ska knytas till en vegetationstyp ligger blandlöskog av örtrik typ 2.2.3.6. närmast i Nordiska Ministerrådets klassificering (Pålsson 1998). Tillgången på vatten och näring är god och vegetationen varierar inom området. På de torrare kullarna växer bland annat backippa talrikt. I sankängens/kärrsänkan blöta kanter växer salixarter, gråvide och sälg och

de torrare delarna domineras av typiska hagmarksarter som ek, hagtorn och enbuskar.

Berggrunden är kalksten/sandsten och jordarten morän (SGU). Sankängens örtskikt är mycket rikt med bland annat bunkestarr, kräklöver och vattenklöver.

Området är mosaikartat med torrare områden och sänkor med våta till blöta områden. Vattnet fluktuerar under året och är eurotroft till mesotroft, näringsrik till måttligt näringsrikt.

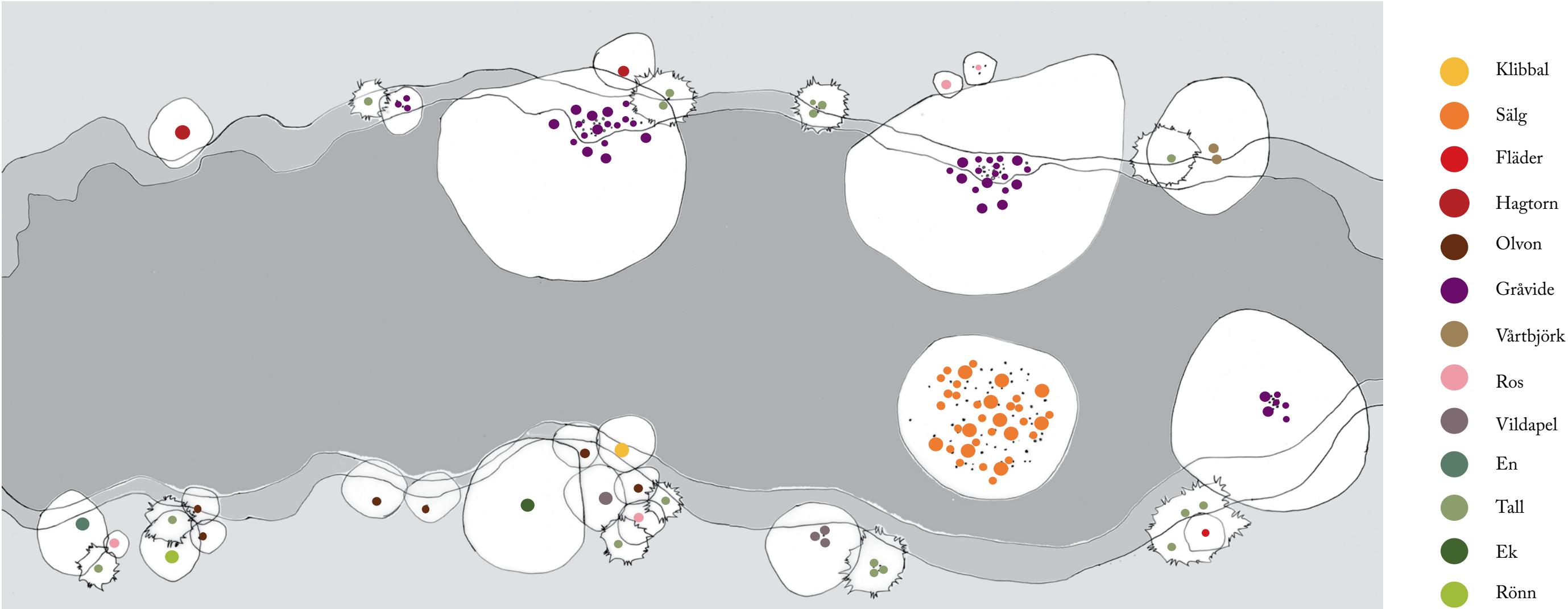


Terrängkarta : Lantmäteriet, berarbetad av författaren.



Ortofoto : Lantmäteriet,berarbetad av författaren.

4. RISEN SANKÄNG TÄCKNINGSKARTA



ca 30 m

Fältskikt: våraspekt

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Kräkklöver Kabbleka Vattenklöver Veketåg. Bunkestarr Ängsull | <ul style="list-style-type: none"> Älgört Humleblomster Revmörblomma Flädervänderot Kärrbräsmä Fräken Kärrsilja Gäsört |
|---|--|

Fuktighetsgradient

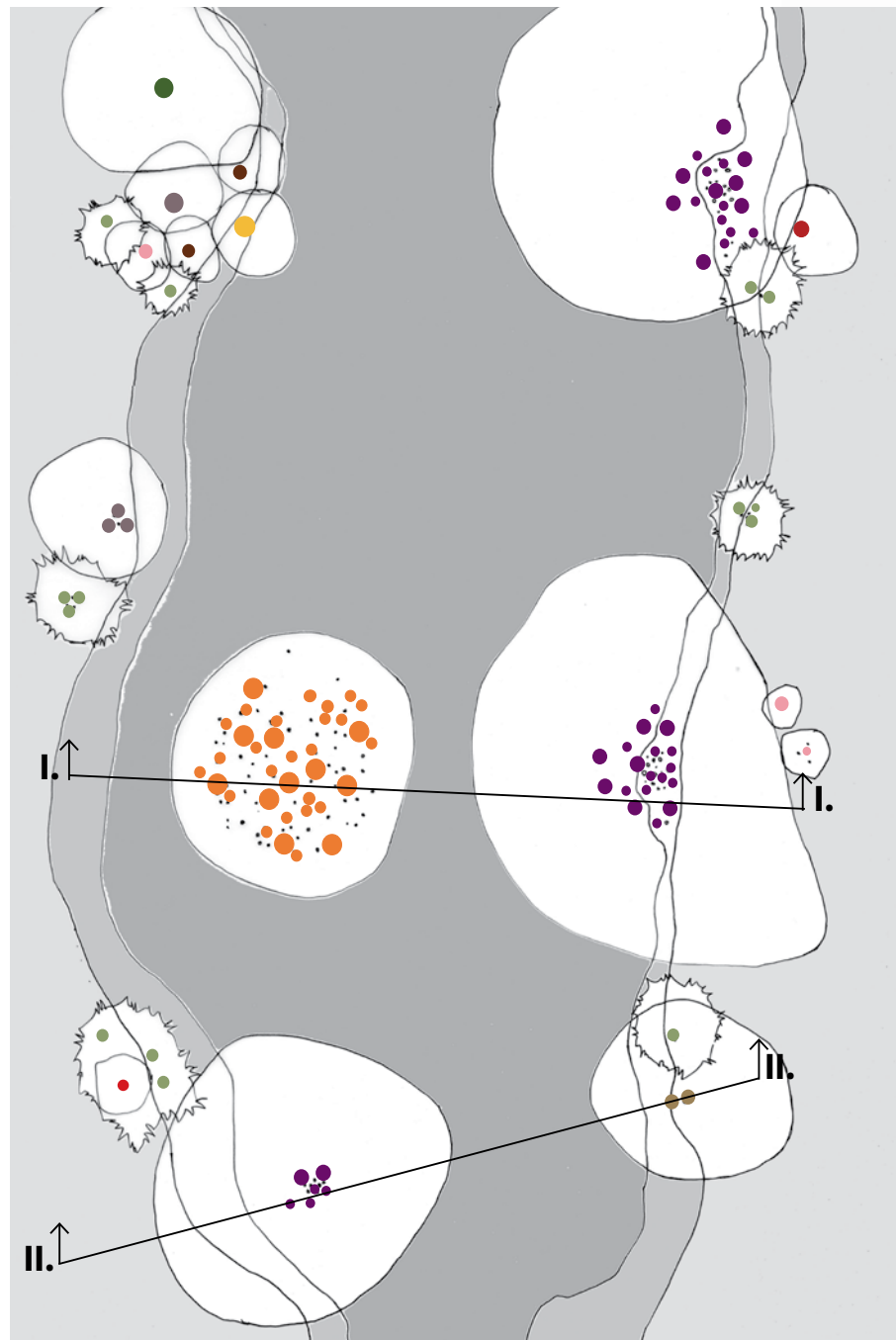
- Stående vatten
- Blött
- Fuktigt
- Friskt
- Torrt

Skala 1:200 (A3)

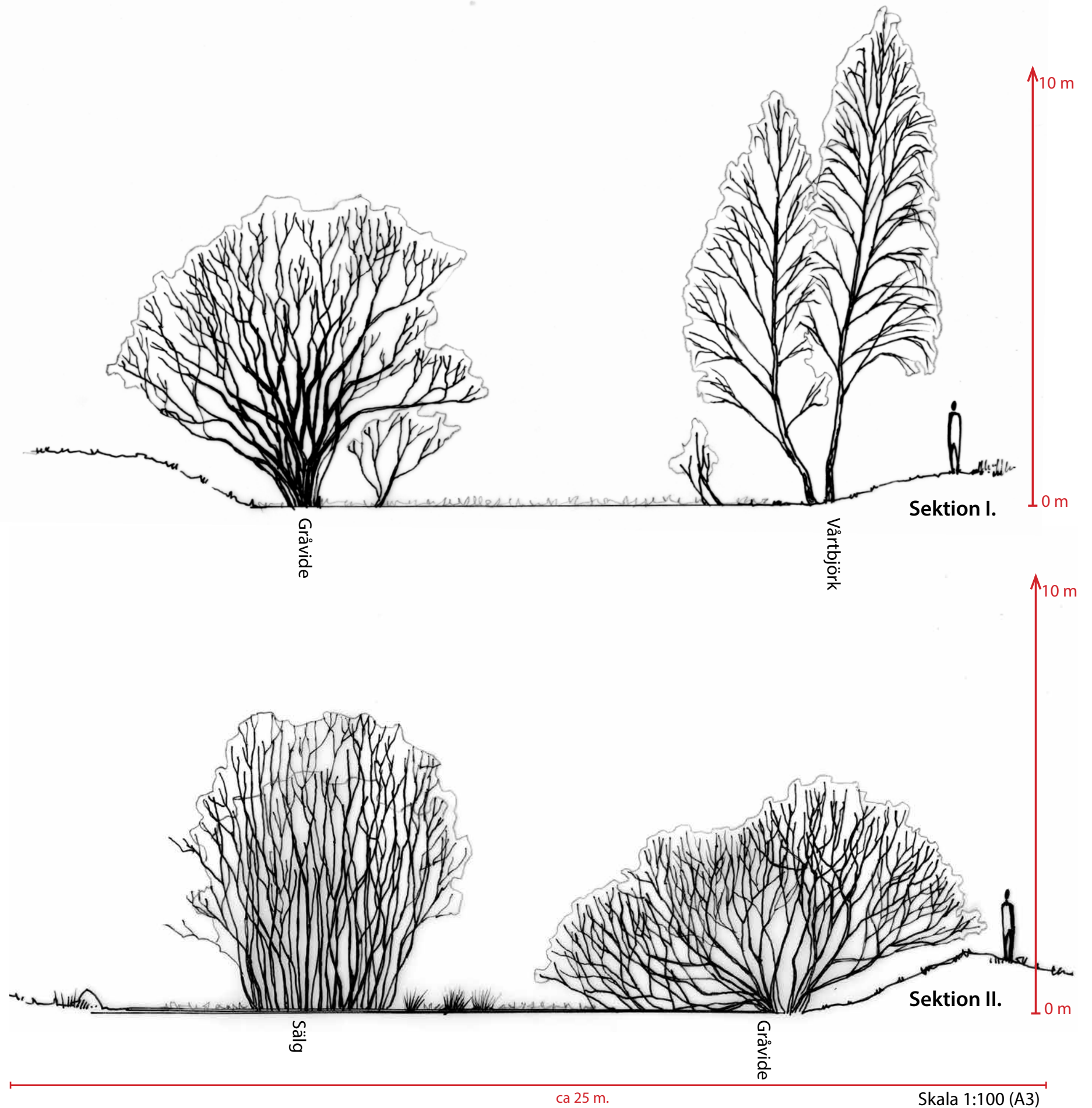


4. RISEN SANKÄNG SEKTIONER

I sank-ängen är den vedartade vegetationen ett öppet lågbestånd med tätheten koncentrerad till de lägre skikten. Träd och buskar är grupperade främst längs den mycket blöta sänkans kanter och fokus är på de växter som står i de blötaste lägena. Fälskiktet är en flytande äng med typiska arter såsom bunkestarr och kräklöver.



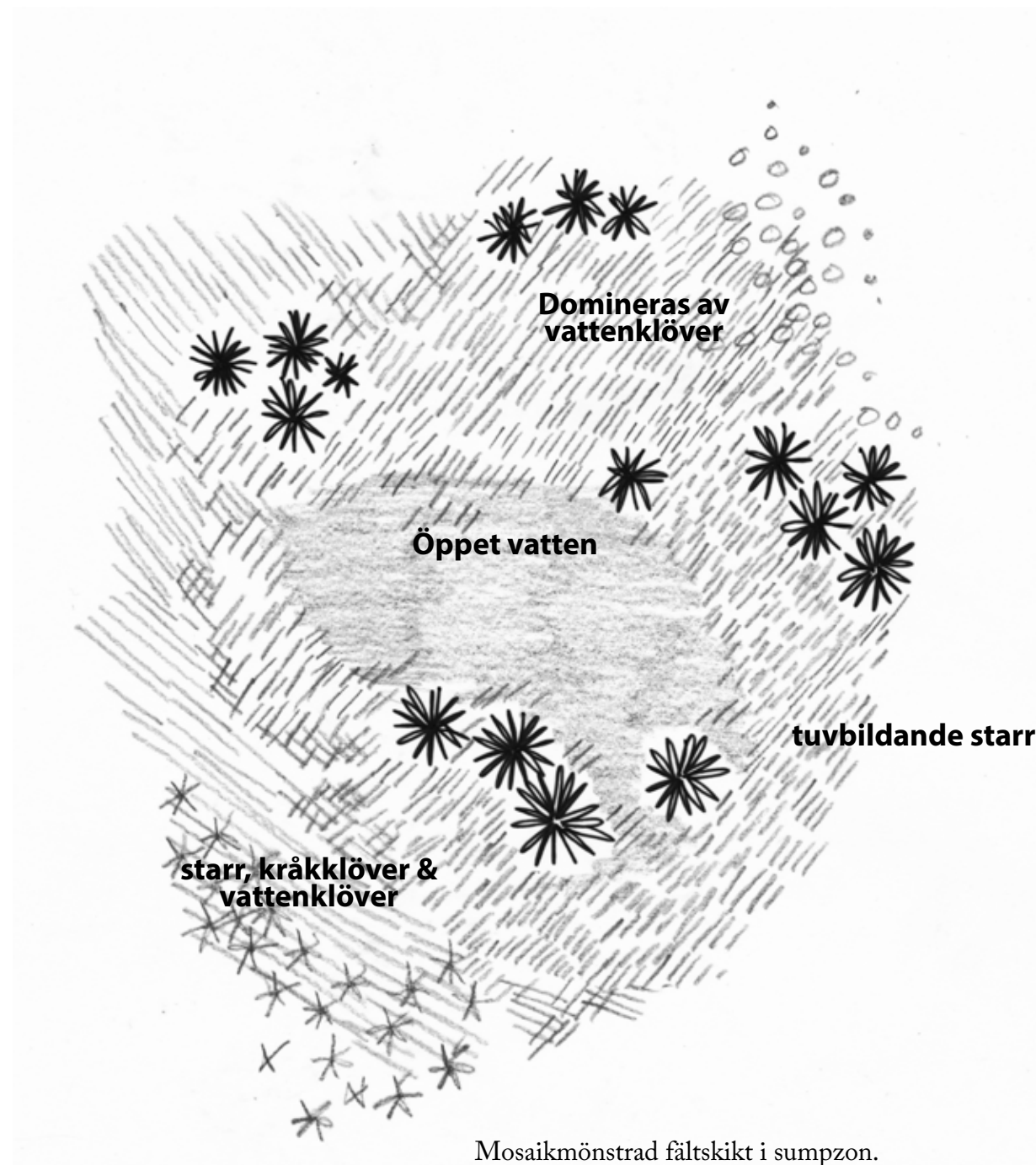
Skala 1:200 (A3)



ca 25 m.

Skala 1:100 (A3)

4. RISEN SANKÄNG DETALJ



Mossöar och bladverket av kråklöver.



Starrtuvor och vattenklöver.



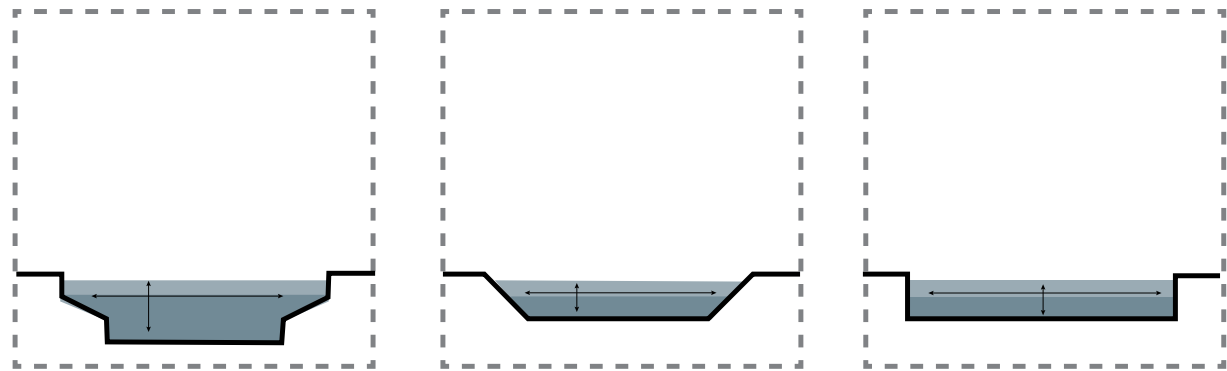
Rik fältflora med bland annat humleblomster, älgört och ängsfräken.



Starrtuvor och vattenklöver med öppet vatten.

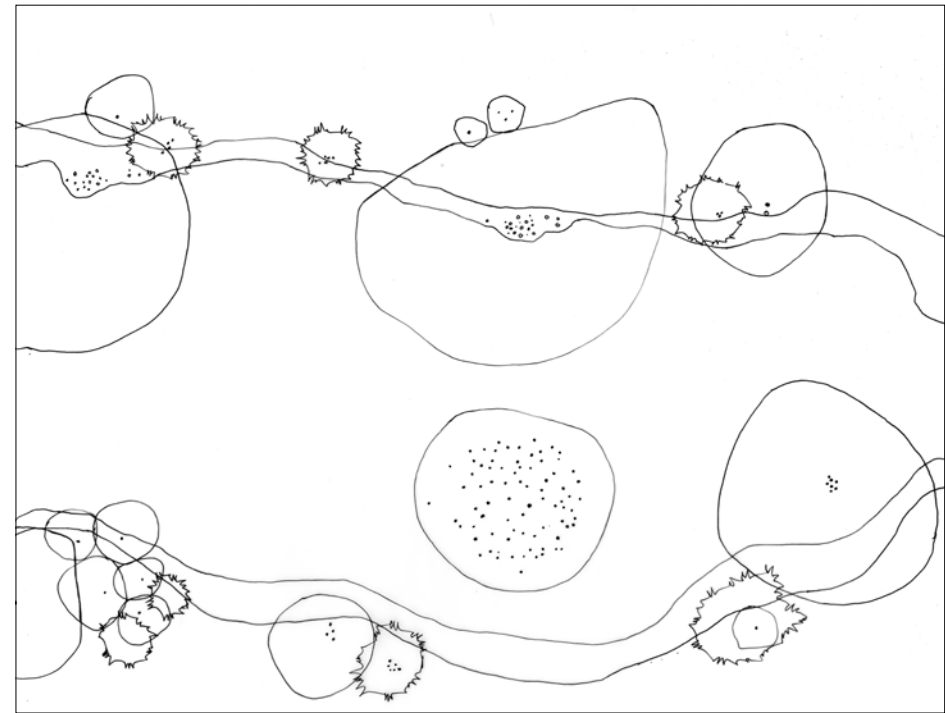
4. RISEN SANKÄNG KONCEPT

FÖRSLAG TILL UTFORMNING AV PROFILER FÖR TEKNISK FUNKTION

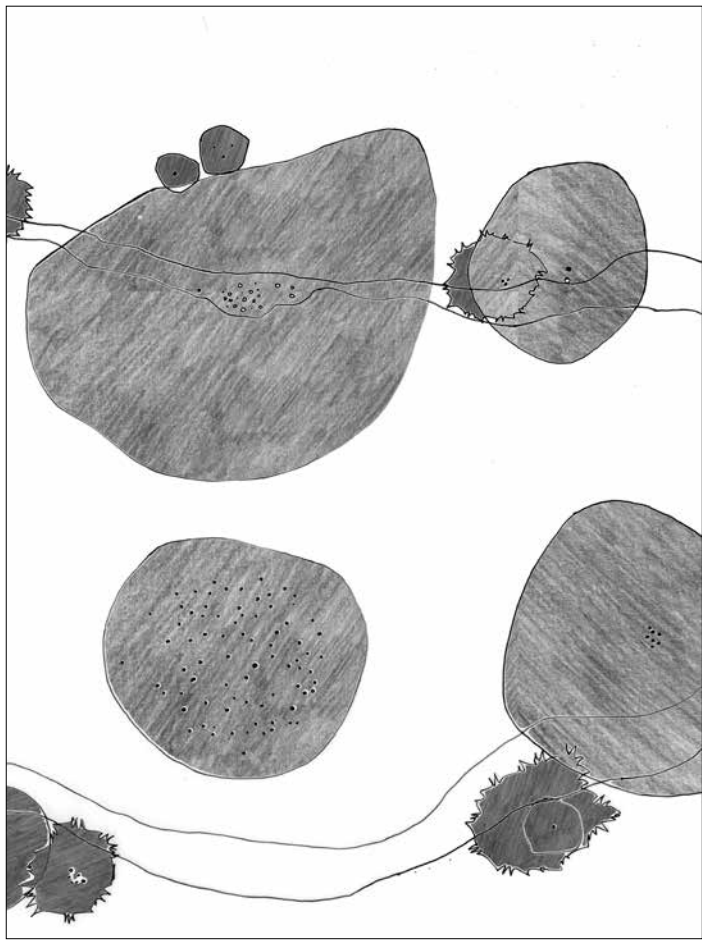


Möjliga variationer i profiler för damm/tillfällig fördröjning av dagvatten med flera fuktzoner.

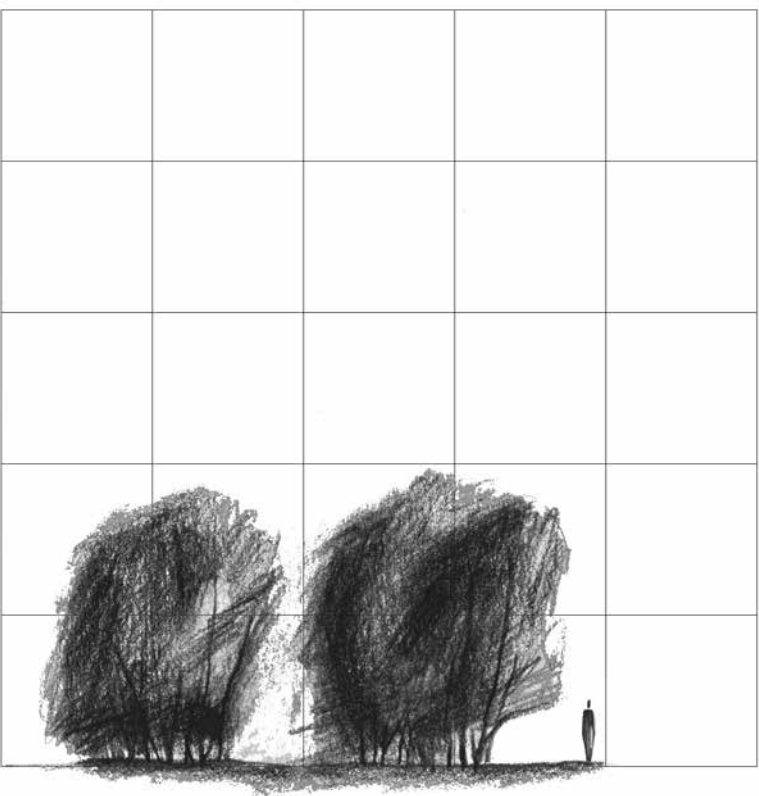
HORISONTELL DISTRIBUTION MARK



HORISONTELL DISTRIBUTION TRÄDSKIKT



VERTIKAL DISTRIBUTION VEGETATION



Öppen karaktär med låga träd med en mängd stammar. Täthet i lägre skiktet.

SAMMANFATTNING & DISKUSSION REFERENSLANDSKAP

URVALSKRITERIUM AV HABITAT

Valet av habitat för landskapsreferensstudier är baserade på deras funktionalitet för dagvattenanläggningar, med utgångspunkt från arternas ståndortskrav. Förhållandena i en dagvattenanläggning är varken torra eller blöta, men det är osannolikt att de torkar ut helt eller att vatten blir stående under längre perioder (Dunnet & Clayden 2007). Arter som trivs i regelbundet blöta förhållanden klarar sig bra i torrare jordar, så länge jorden är bördig och aggressiva ogräs kontrolleras (ibid.). Däremot klarar sig arter som är anpassade till torrare ståndorter sämre i en blöt miljö (ibid.).

En dagvattenanläggning i form av en regnbädd, regnskog eller svackdike kan bestå av flera fuktzoner. Det går att tekniskt konstruera olika fuktzoner genom att styra infiltrations- och avrinningshastigheter och skapa en artificiell höjning av grundvattennivån genom en vattenmättad zon.

Aktuella habitat som jag valt att studera är miljöer med fluktuerande vattennivåer över året, med växtarter som är anpassade till dessa förhållanden. Bland svenska skogstyper är sådana miljöer begränsade och jag valde att främst fokusera på olika typer av alkärr (Billingabäcken, Svaneholm & Stenshuvud) men har också inkluderat mer öppet landskap med fuktäng (Risen).

ARTSAMMANSÄTTNING OCH DISTRIBUTION

Miljöernas plats i relation till var i avvattningsområdet de ligger påverkar hur blött det är, men alla ståndorterna har en fluktuerande vattennivå över året, med den torraste perioden under sommaren. Definitionen av fuktighet följer blöta miljöer som ständigt är vattendränkta, fuktig är en konstant fuktig jord där växter tolererar översvämning i perioder, frisk är en fuktig till torr miljö där växterna klarar kortare perioder av översvämningar och torrt är en miljö där växterna klarar längre torrperioder. Alla studerade habitat har en relativt näringsrik miljö.

De olika typerna av alkärr har en ganska hög grad av överensstämmelse vad gäller artsammansättning. Klibbalen är en

nyckelart i trädskiktet som är ett av få inhemska träd som klarar att leva i stillastående vatten under längre perioder. I sockelalkärren (Svaneholm och Stenshuvud) höjer sig alarna upp på socklar med öbildning omkring vilket skapar en torrare växtmiljö för andra arter, bland andra flera ormbunksarter men också exempelvis rönn och blåbär. De båda alkärren liknar varandra i detta avseende, men vad som skiljer dem åt är storleken på öarna, fuktigheten och näringstillgången.

Svaneholmsjöns strand är översvämmat under större delen av året, vilket begränsar trädens tillväxt (Kozłowski 1997) och alarnas höjd här är reducerad, jämfört med de andra platserna. Öbildningarna kring socklarna är små och enbart kring den enskilda stammen. Det finns också öbildningar av starr (*Carex* sp.) och mossor som täcker äldre stubbar av träd som inte längre står kvar.

I svackan bakom Stenshuvud är förhållandena mer näringsrika och öarna här omfattar ett större område som bildar en torrare miljö för andra arter som blåbär och vildkaprifol. Här sällskapas även av glasbjörk på öarna. Jag valde också att inkludera slänten med avenboksbestånd som sluttar ner mot det blöta alkärret. Här finns ett rikt vårflor i en miljö från fuktig till frisk.

Längs Billingabäcken står alen i de blötaste lägena och rötterna har frilagts på grund av vattnets eroderande verkan.

Fuktängen på Risen visar ett landskap av öppnare typ med annan artsammansättning. Här dominerar *Salix*-arter trädbeståndet i den fuktigare miljön medan typiska hagmarksarter som ek, björk, hagtorn och en kantar området som betas av kor. Fälskiktet i det blöta området är mycket rikt.

Studerade biotoper ger en bas av inhemska arter på alla nivåer. Jag tycker också att de visar exempel på för ståndorten typiska växtsätt för de representerade arterna och hur de interagerar med varandra och hur de står i förhållande till fuktighetszon. Exempelvis hæggen växter som ett buskage av trasslig undervegetation under alarnas små men högt burna kronor. Klibbalarna i sin tur bildar i blöta miljöer socklar och är ofta flerstammiga. Rönn som undervegetation till klibbalen vill stå torrare och etablerar sig tätt intill alens stam på

socklarna eller öarna omkring. De salixarter jag hittat, gråvide och sälg, kan stå mycket blött och bildar en mängd stammar.

De horisontella mönstren av arters utbredning är tydligt kopplade till fuktighetszoner. Landskapen som domineras av al är slutna rum i högbestånd med undervegetation i flera lager, medan den öppna miljön i Risen består av en ängsvegetation som ramas in av låga trädbestånd i den blöta zonen.

METOD

Den dokumenterande metoden med profildiagram och kronprojektioner är mycket tidskrävande och bygger på insamlingen av data på detaljnivå som blir värdefull i sitt sammanhang. Det har tagit upp en tidsrymd som bara varit möjligt inom ramen för dessa studier. Även om tiden varit relativt tilltagen för detta projekt vore det förstås fantastiskt att få möjlighet att följa en eller flera biotoper under ett helt år och se hur vattnets nivåer förändras och följa vegetationen under hela växtsäsongen.

Tecknande som teknik gör det möjligt att fokusera på det väsentliga, om man jämför med fotografi som registrerar allt. För mig var det som att som att förklara för mig själv, och förhoppningsvis andra, hur träden verkligen ser ut. Den projicering vi har av hur vi tror att det ser ut blir klarlagd. När det gäller träd i bestånd är detta viktigt eftersom individerna utvecklas på ett helt annat sätt än om de står som solitärer, vilket är det som idag är vanligast i urbana situationer.

REFERENSLANDSKAPEN SOM UTGÅNGSPUNKT FÖR DESIGN

Alkärren fungerar väl som bakgrund och inspirationskälla för gestaltning eftersom de har visuella estetiska kvaliteter med mycket atmosfär. Även om min främsta utgångspunkt för val av landskap har varit funktionell, spelar även estetiken en stor roll och landskap

med tydlig karaktär och intressanta arter har valts ut. Miljöerna är likriktade vad gäller fuktighetsgradient och artsammansättning, men ger istället för bredd en djupare och mer nyanserad studie av klibbalskogar. Alkärren är formmässigt innehållsrika med sina sockelöar av varierande storlek och olika grad av synligt vatten. Bäckalskogen längs Billingabäcken har ett eget uttryck som följer bäckens meandrande form.

En svårighet med att plantera al, men även björk och hassel i urbana miljöer är att de alla är vindpollinerade träd som ger pollenallergiker problem. Det finns alternativ till al som klarar lika fuktiga förhållanden, som pilarter eller arter från andra områden introduceras, exempelvis käre (*Quercus palustris*), tupelotråd (*Nyssa sylvatica*) eller sumpcypress (*Taxodium distichum*). Struktur och form kan utgöra basen och artsammansättningen är relativt lätt att förändra om ståndortförhållanden vad gäller fuktighet och näring är tydliga.

Varför är det användbart att samla empirisk data från naturen? En av grundidéerna i detta projekt är att försöka skapa någon form av nya gröna typologier på en detaljerad nivå, som utgår från att åter introducera mer vilda miljöer i städerna. En tanke är att försöka kompensera förlorade vardagliga erfarenheter av natur (Kendle & Forbes 1997). Jag tror dock att i detta fall är miljön så pass hårt exploaterad i Köpenhamns innerstad och ytan mycket begränsad vilket snarare kommer landa i den hortikulturella snarare än den ekologiska landskapstypen (Gilbert 1989), dock med målet ett vilt uttryck. Ur en skötselaspekt kan det göra stor skillnad om utgångspunkten är den ekologiska, om planteringarna får tillåtas att 'leva sitt eget liv' på ett annat sätt än det traditionellt hortikulturella och kontrollerande. Konstruerade ekologiska landskap är dock omogna, även om deras uppbyggnad bygger på relativt stabila förebilder och de kräver skötsel.

Stadmässighet i uttrycket och vad det traditionellt förknippas med kan bli en utmaning, men att arbeta med tydliga ramar för en vildare vegetation tror jag kan vara den enkla lösningen.

DEL III.
GESTALTNING MED
VATTEN & VEGETATION

INTRODUKTION TILL DEL III.

En kort introduktion till projektet *Klimakvarter* på Österbro i Köpenhamn utgör en bakgrund till mitt gestaltungsarbete.

Klimakvarter är ett hållbarhetsprojekt initierat av Köpenhamns kommun som fokuserar på intergrerad miljömässig och social hållbarhet.

Jag har under arbetet besökt det lokala kontoret på Österbro, tagit del av en introduction till projektet och träffat projektledare René Sommer Lindsay. Jag har också varit i kontakt med Ina, en engagerad boende i det kvarter som jag valt att arbeta med. Hon delgav mig bostadsrättsföreningens önskemål och de idéer och tankar de boende har kring gaturummen. Gatorna är fællesveje, vilket innebär att det är den privata föreningen som äger och förvaltar gaturummen, inte kommunen. I bevarandeplanen (Lokalplan 366) för det historiska kvarteret, finns riktlinjer främst för byggnadernas utseende men även rekommendationer för gaturummens möblering.

Jag har i mitt gestaltungsarbete valt att använda gaturummen för att testa mina idéer om hur öppen dagvattenhantering kan integreras med vegetation i befintlig stadsmiljö. Därför har jag frångått en holistisk analys av området och medvetet exkluderat användarperspektiv och dylikt eftersom det skulle innebära ändrat fokus och eftergifter i arbetets fokus.

Att försöka skapa en estetiskt sammanhållen helhet för kvarteret är inte min intention utan fokus ligger på att undersöka hur de olika dagvattenlösningarna kan integreras och att försöka använda ett flertal olika typer av system som kopplas ihop med referenslandskapen.

BAKGRUND ØSTERBRO

DAGENS KLIMAT I DANMARK & KÖPENHAMN

Sambanden mellan ett varmare klimat och kraftigare nederbörd har bekräftats i ett flertal studier. Medelårsnederbörd mellan 2001–2010 var ca. 750 mm för Danmark, med stora lokala variationer. Både antal dygn med en nederbörd över 10 mm har ökat och den högsta mängden nederbörd som faller under ett dygn har generellt stigit (Drews m.fl. 2011).

Baserat på statistik från uppmätningar i Danmark (år 1874 till 2010) och beräkningar enligt IPCC:s klimatscenarier visar resultaten en tendens mot att regnmängder och tillfällena med kraftiga regn kan bli fler. Sommartid förväntas fler kraftiga nederbördstillfällena, som också ser ut att bli ännu kraftigare än tidigare, samtidigt som regnmängderna under höst, vinter och vår förväntas öka mot slutet av det 21 århundradet.

Under skyfallet över Köpenhamn den 2 jul 2011 föll totalt mellan 30 och 90 mm regn under ett dygn (DMI 2012). Botanisk hage fick mest regn, 135 mm och de mest intensiva regnen mättes till 3 mm/minut, eller 3 liter per kvadratmeter, under en period på över 10 minuter (ibid.). Det klassas som ett 100-årsregn eller mer. Definitionen av ett skyfall i Danmark är 15 mm nederbörd under 30 minuter och under dygnet den 2 juli föll på några platser över 50 mm under 30 minuter.

Den 31 augusti 2014, alltså bara tre år senare kom ett nytt mycket kraftigt skyfall över Köpenhamn, per definition ett 3-faldigt skyfall. Den totala nederbörden på yttre Østerbro, var 135 mm och det är nästan dubbla mängden regn som normalt faller under hela augusti månad (DMI 2014).

KOMMUNENS ÖVERGRIPANDE STRATEGI

Dagens avloppssystem i Köpenhamn är dimensionerat att klara av ett 10-årsregn och det finns inte beredskap för kraftiga skyfall. Köpenhamn har efter översvämningarna 2011 börjat arbeta mer aktivt med klimatanpassning och en del av det arbetet är en skyfallsplan med målet att skydda staden mot översvämningar och avlasta kloakerna, även vid normal nederbörd. Den övergripande strategin är att kombinera lösningar som gör staden mer grön och blå och att arbeta med öppna dagvattenlösningar där det är möjligt. Avloppssystemen kan avlastas genom avkoppling till lokal regnvattenhantering och magasinering i buffertområden som kontrollerat leder vattnet via kanaler, vägar eller tunnlar till recipienten havet. Köpenhamn ska också återöppna åar, anlägga nya kanaler eller dammar och etablera fler grönområden. Den strategiska planen har ett tidsperspektiv på minst 20 år. Kommunen har valt att prioritera områden med förhöjd risk för översvämningar, områden där lösningar är enkla att implementera och där andra anläggningsaktiviteter är igång och områden med synergieffekter, en kombination av skyfallslösningar med allmänna vattenplaner. Staden har delats upp i avrinningsområden som värderas efter ovan nämnda omständigheter och Østerbro är ett av de områden som har givits hög prioritet.

(Københavns kommunes skybrudsplan 2012)



Kartunderlag från Københavns Kommune, Københavnerkortet, bearbetad av författaren.

KLIMATANPASSNING

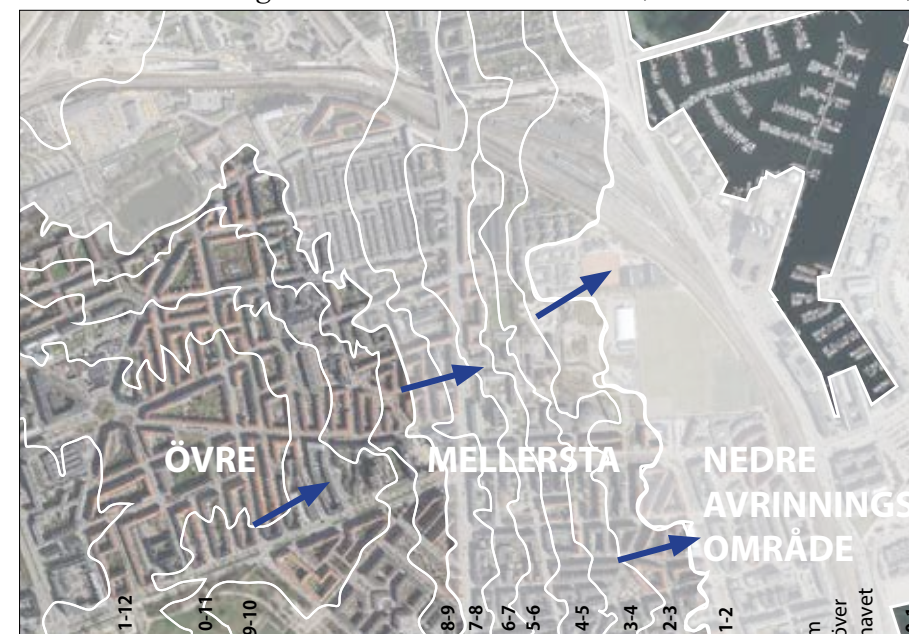
Skt. Kjelds Kvarter på yttre Østerbro er tænkt at bli ett utställningsområde för Köpenhamns kommuns arbete med klimatanpassning, ett *Klimakvarter*. Visionen är att området ska bli Köpenhamns grönaste stadsdel i ett samarbete mellan invånare, stat, kommun och privata markägare. Stadsdelen är tätt bebyggd och domineras av kringbyggda gårdar med ca 24.000 invånare och 10.000 arbetsplatser.

Arbetet fokuserar på anpassning till ökade regnmängder genom att skapa gröna stadsmiljöer, gator och gårdsrum där regnvattnet kan samlas upp och användas, fördröjas och infiltreras. Regnvattnet värderas som en resurs som ska visas fram och bli en del av kvarterets urbana identitet och invånarnas liv. En viktig del av projektet är att involvera och engagera de lokala invånarna i projektet. Den övergripande planeringen skiljer mellan lösningar för vardagsregn och extrema väder. Lösningar för mindre regn är att arbeta med bortkoppling från avloppssystemet på flera platser och länkade lösningar bildar tillsammans en stark kedja. Privata gårdsrum ska ta hand om det regn som faller på platsen, inklusive takarealer som vetter in mot gården. Gatorna kan kompletteras med regnbäddar och gröna kanaler som fördröjer vattnet. Regnvatten från trottoarer, tak och gårdar har en god vattenkvalitet och är tillräckligt rent att leda ut direkt till recipienten. Infiltrering i mark kan ökas genom att minimera hårdgjorda ytor och anlägga regnbäddar, genomsläppliga beläggningar och andra gröna lösningar. Möjligheterna till infiltration av regnvattnet i området är begränsade till 12 % av kvarterets bestämda areal som kan kopplas från avloppssystemet till infiltration.

Det övergripande målet för projektet är att koppla bort 30 % av områdets dagvatten från avloppssystemet, eftersom regnmängderna förväntas öka med lika mycket de kommande 100 åren. Dessa 30 % är tänkt att fördelas på tre delar där 10 % samlas upp för lokal användning (exempelvis till bevattning och att spola toaletter), 10 % till infiltration/avdunstning och 10 % avleds på ytan. Yttre Østerbro är indelat i tre avrinningsområden efter höjdförhållanden där öppna dagvattenlösningar kan anläggas i de två högst belägna områdena. I det övre området ska dagvattnet tas om hand lokalt, på mittenområdet fokuseras på vattenvägar på valda gator och det nedre området transporteras vattnet främst under mark till recipienten hamnen.



Kartunderlag från Københavns Kommune, Københavnerkortet, bearbetad av författaren.



De topografiska förhållandena på Østerbro.
Ortofoto från Københavns Kommune, Københavnerkortet,
bearbetad av författaren.



Vattnets avrinningsmönster på Østerbro.
(Efter fig. 5-2, Strømningsveje i Svanemølleområdet og Skt. Kjelds Plads kvarter-Ydre Østerbro s. 36.Skybrudsopland Østerbro.)

PROJEKT INOM KLIMAKVARTER

Inom området Klimakvarter på yttre Østerbro pågår och planeras en mängd projekt i olika skalor och med olika fokus. Bland annat ska skyfallsvägar skapas, kontrollerad bortledning av regnvatten på vägarna. De i dagsläget breda gatorna ska utnyttjas till att anlägga gröna ytor som hjälper till att hantera regnvattnet. I privata gårdsrum fokuseras på lokalt omhändertagande av dagvatten och att öka den biologiska mångfalden. Byggnader ska också göras med gröna, exempelvis gröna tak och takträdgårdar. Bland de redan pågående eller färdigställda projekten finns regnbäddar (a), en takträdgård med grönsakproduktion (b,c) och en fickpark-trädgård med uppsamling och magasinering av takvattnet till bevattning (e).

Tåsinge plads är ett projekt som i dagsläget anläggs (d) och som ska bli Köpenhamns första klimatanpassade stadsrum, en grön oas och mötesplats. Gator stängs av och ger en ny grönyta på 1000 m², som ska fungera som en regnbädd med fördröjning och infiltration. En stor lutande gräsareal är tänkt som översilningsyta ned mot en nedsänkt plats med tät och varierad vegetation som kallas ”regnskogen”. Infiltrationsbassängen har en kapacitet att ta hand vatten från 6000 m² hårdjorda ytor. Vid kraftiga skyfall ska vattnet ledas utmed Tåsingegade som fungerar som avrinningsstråk mot Østerbrogade. För att illustrera vattnets kretslopp ska det finnas möjlighet att interagera med vattnet och detaljer i form av stora vattendroppar av plexiglas kan fyllas med rent regnvatten från tak- ytor och omvända paraplyer samlar upp vatten. Vegetationen är planerad utifrån habitat med en gradient från torrt till vått i fyra zoner med vegetation som passar i respektive förhållande med en kantzon av salttoleranta växter.

(Københavns første klimakvarter. vision, baggrund og projekter (2013) Københavns kommune og HOFOR. visionskatalog).



KLIMATANPASSNINGSTRATEGIER

Målet är att skyfallssäkra Köpenhamn till en nivå av 10-årsregn år 2110, då nederbörden förväntas öka med 30% genom hela nederbördens varaktighet. Avloppssystemen ska avlastas med ökningen och är i sin nuvarande form dimensionerade att klara ett 10-årsregn med dagens intensitet, utan att vatten samlas på ytan. Målet är att hantera ett 10-årsregn för 2110 års klimat utan att vattnet samlas på ytan och det får samlas max 10 cm vatten på offentliga ytor under ett 100-årsregn med undantag för dedikerade avrinningsstråk. Åtgärder på yttre Østerbro är främst att etablera en skyfallsledning längs Østerbrogade som sedan via rör leder vattnet till Kalkbrænderihavnen (se plan), mindre justeringar av existerande avloppssystem, terrängreglering för att kontrollerat leda vattnet längs dedikerade avrinningsstråk. Större platser som Tåsinge Plads ska kunna ta hand om och fördröja nederbörden lokalt under ett dimensionerande regn, en modell för beräkningar av förväntade regnmängder baserad på nederbördsstatistik.

Möjliga lösningar på yttre Østerbro är att koppla av områden från avlopps-systemet och avlasta reningsverken genom att etablera parallella regnvattenledningar som leder vatten från tak och trottoarer separat direkt till recipienten. Det smusiga vattnet från bilvägar och parkeringsytor leds ned i avloppet till reningsverken. Ett alternativ till denna strategi kan vara rening av vägvattnet genom ett infiltrationsområde med oljefilter där tungmetaller kan filtreras bort innan det leds ut i hamnen.

Lokalt utnyttjande av dagvatten och fördröjning nära källan kan ske där det finns plats på exempelvis trottoarer, gaturum och privata gårdsmiljöer. Möjliga alternativ kan vara dagvattenmagasin under mark som töms kontrollerat till existerande avloppssystem med infiltration och perkolation till grundvattnet där det är möjligt. De två metoderna kan även kopplas ihop, till exempel en

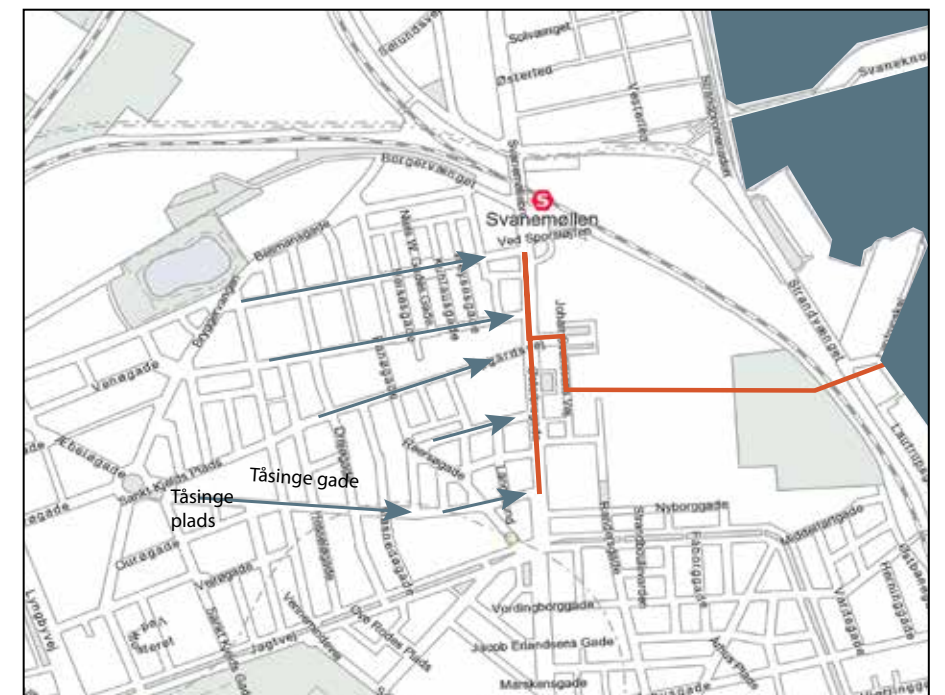
regnbädd med bräddavlopp till separat ledning.

När det inte finns plats till en regnbädd längs gatan kan takvattnet separeras i rännor i trottoaren längs gatan, som kopplas genom brunnar till den separata regnvattenledningen. Avkoppling av stuprör kan ske och vattnet ledas över mark mot regnbäddar eller vattenrännor eller separata ledningar. Takvatten från de tak som vetter in mot gården kan tas om hand på plats. Där trottoarerna är breda kan regnbäddar etableras mellan trottoar och gata/parkering genom att använda 1/3 av trottoarens bredd till grönyta, exempelvis en regnbädd. Regnbäddarna ska utformas så att de kan hålla kvar vattnet vid en nederbördsmängd upp till 50mm.

På mycket breda gator kan profilen ändras så den lutar in mot mitten där en regnbädd etableras som tar hand om nederbörden från små regn. Vid kraftigare regn rinner vattnet genom ett bräddavlopp via regnvattenledning till recipienten via en oljeavskiljare.

Årsnederbörden som används som utgångspunkt för beräkningar är idag i Köpenhamnsområdet ca 700mm. Generellt rinner ungefär hälften av detta vatten ner i avloppssystemet från ogenomsläppliga ytor. Med förväntat ökade regnmängder på 30 % till år 2110 räknar man med en klimatfaktor på 1,3. Den är relaterad till regnens återkomsttid, ett 2-års regn har en faktor på 1,1 och ett 10-års regn 1,3. Ett designregn för detta fallet är ett 10 års händelse med dagens nederbördsmängd med en klimafaktor på 1,3. Det dimensionsgivande regnet är ett 10-årsregn år 2110 som ger en nederbördsdjup på cirka 50 mm (Skybrudsoiland Østerbro 2013).

Jorden under Köpenhamn är moränlera. Grundvattennivån i kvarteret runt Reersøgade ligger mellan 4-8 m djupt (Alectia 2012).



Østerbrogade är huvudavrinningsstråk som samlar upp ytavrinningen från de högre liggande områdena och leder det sedan mot hamnen i rör under mark.

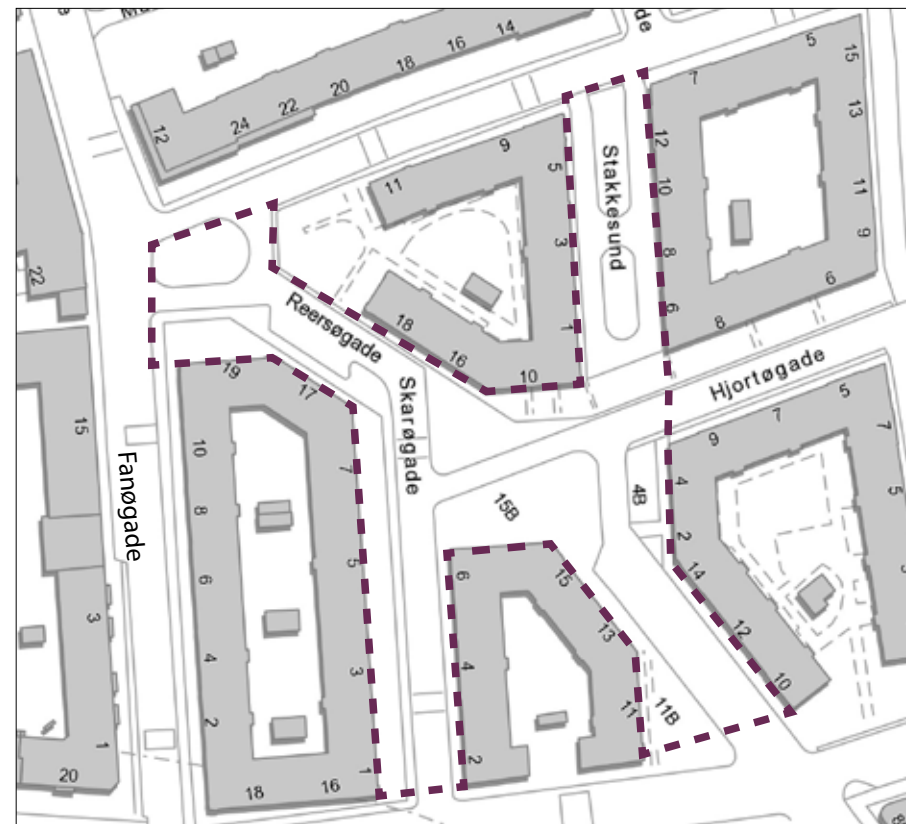
Kartunderlag från Københavns Kommune, Københavnerkortet, bearbetad av författaren.

GESTALTNINGSFÖRSLAG

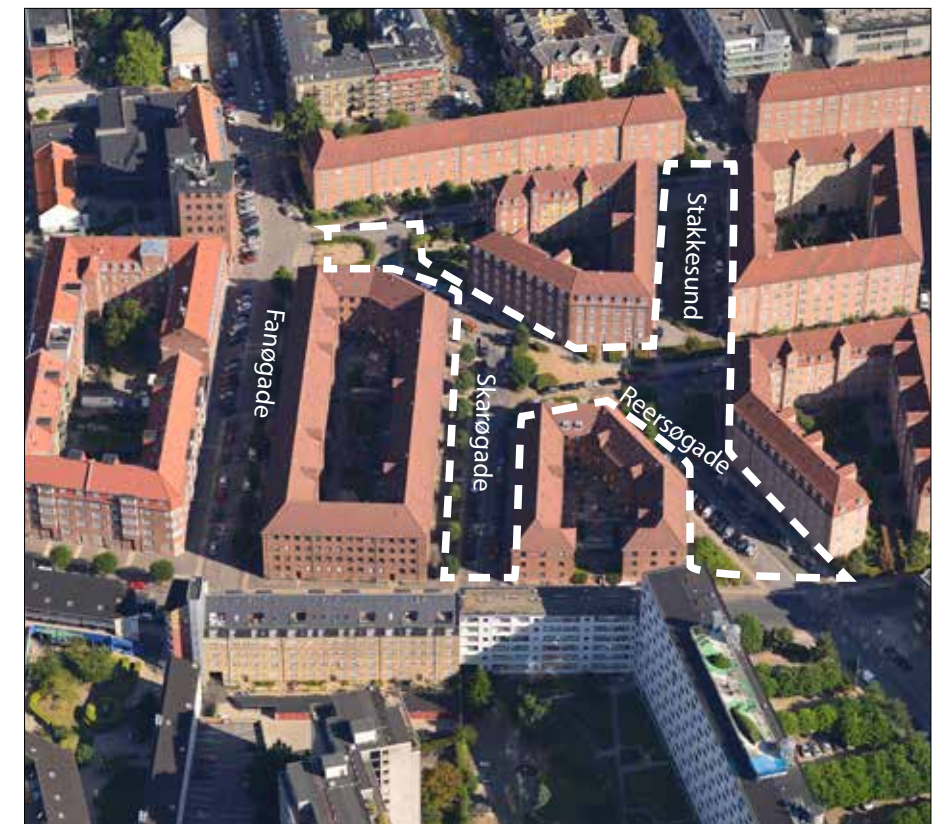
KVARTERET KRING REERSØGADE



Kartunderlag från Københavns Kommune, Københavnerkortet, bearbetad av författaren



Kartunderlag från Københavns Kommune, Københavnerkortet, bearbetad av författaren.



Luftfoto, skrå, från Københavns Kommune, Københavnerkortet, bearbetad av författaren.

Valt område inom Sct. Kjelds kvarter/ Klimakvarter innefattar 3 gator; Reersøgade, Skarøgade & Stakkesund. Inom detta område har jag identifierat ytor som kan användas till öppen hantering av dagvatten, utan att göra någon större modifikation av befintlig disposition av gaturummen. I Reersøgades norra del har en större sammanhängande plats skapats genom att stänga en kortare bilväg för trafik och parkering. I Reersøgades mittdel med en större yta har befintlig väg stängts av för biltrafik och parkering, men ligger kvar i sin sträckning och kan nyttjas av cyklister, fot-gångare & räddningsfordon. På så sätt minskar antalet P-platser med 5 antal platser, men fler parkeringsplatser kan göras tillgängliga på Fanøgade genom att göra fler parkeringplatser längs gatans västra del snedställda.

LOKALA FÖRUTSÄTTNINGAR

Målet är att fördöja dagvattnet nära källan upp till ett 10-årsregn med dagens nederbördsmängd plus klimatkfaktor på 1,3 vilket ger ett nederbördsdjup på cirka 50 mm.

Nederbörd som utnyttjas är ytavrinning från tak och trottoarer, vatten som är relativt rent. Allt vatten beräknas rinna av (avrinningskoefficient 1) och regnbäddarnas yta förväntas infiltrera den mängd vatten som faller på plats. Alla regnbäddarnas konstrueras med en vattenmättad zon för att skapa blöta förhållanden, eftersom vegetationen kräver det.

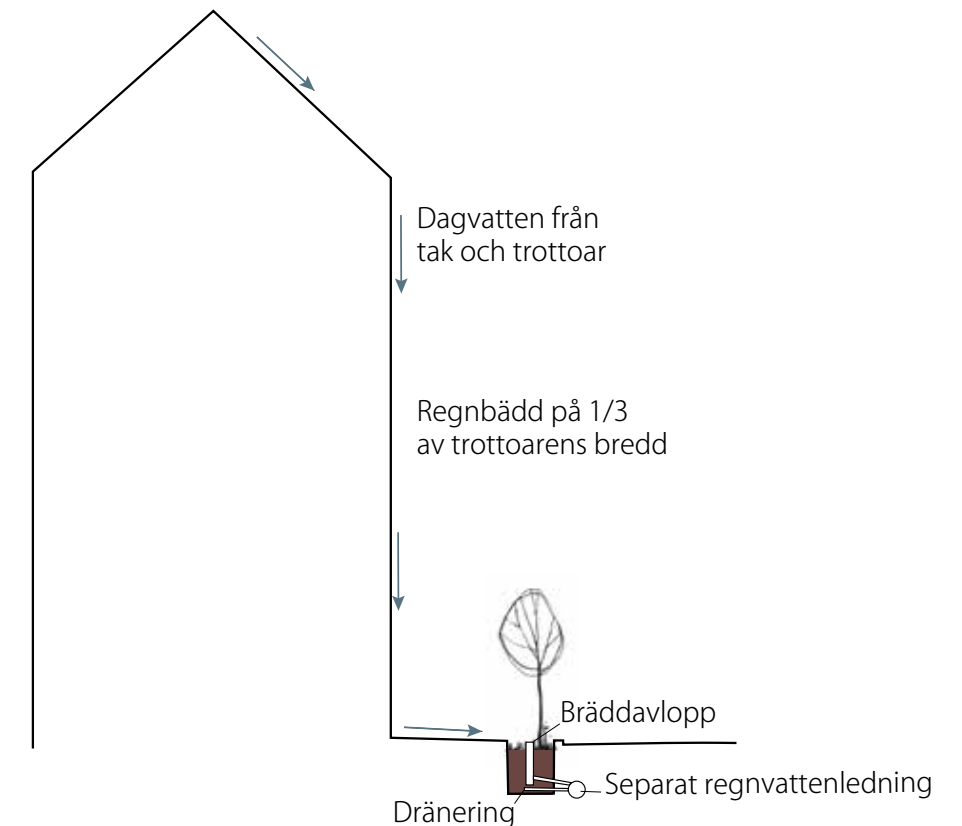
AKTUELLA DAGVATTENLÖSNINGAR:

- REGNBÄDDAR
- KOMBINERAD REGNBÄDD & ÖVERVÄMNINGSYTA
- SVACKDIKE/KANAL
- ÖVERSILNINGSYTA



Område där dagvattnet kan kopplas ifrån avloppssystemet och tas om hand nära källan upp till ett 10-årsregn.

(Efter figur 6-10, *Klimatilpasning av Ydre Østerbro, Skybrudsplan Østerbro*, Köpenhamn kommune). Kartunderlag från Københavns Kommune, Københavnerkortet, bearbetad av författaren.

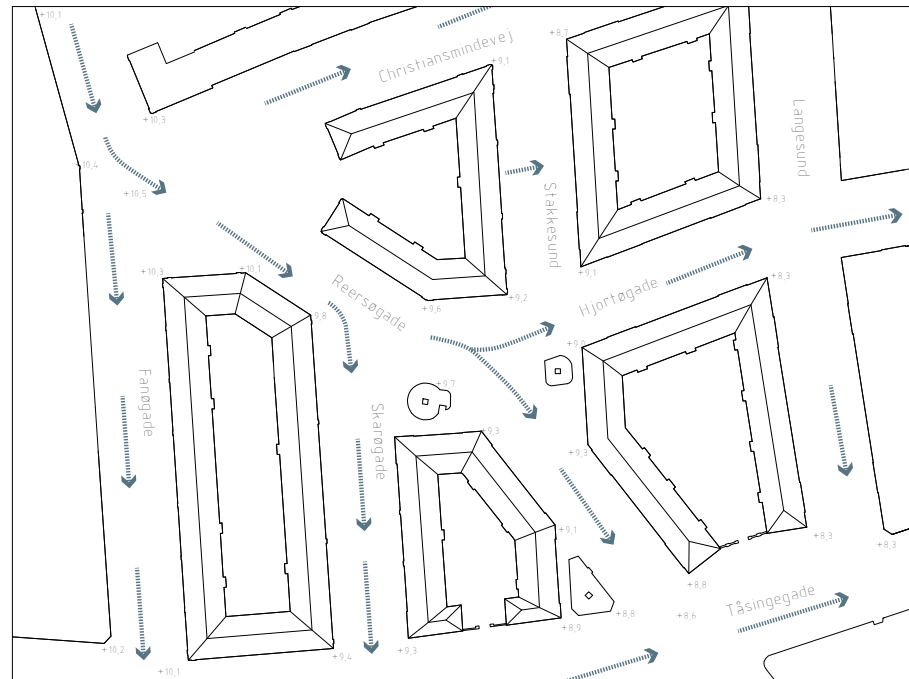


Regnvatten från både vägvända tak och trottoar kan tas om hand genom en kombinerad lösning där öppna regnbäddar med bræddavlopp kopplas till separat regnvattenledning.

(Efter figur 5-6, s. 52 *Klimatilpasning av Ydre Østerbro Skybrudsplan Østerbro* 2013).

ANALYS AV LOKALA FÖRHÅLLANDEN

AVVATTNINGSVÄGAR

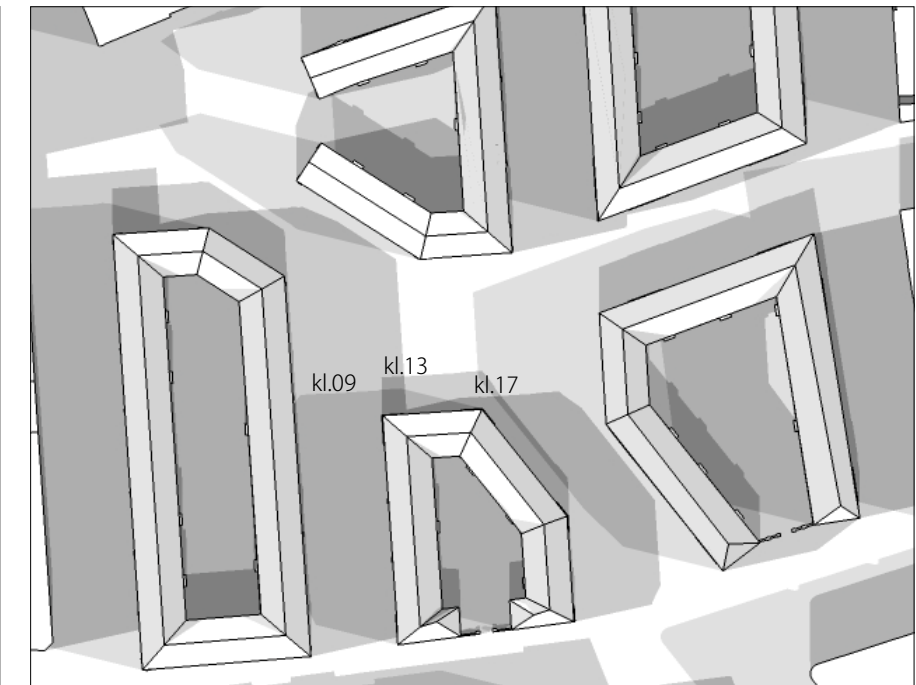


Kartunderlag från Københavns Kommune , Københavnerkortet,
bearbetad av författaren. Ej skalenlig.

YTMATERIAL



Kartunderlag från Københavns Kommune , Københavnerkortet
bearbetad av författaren. Ej skalenlig.

SOL OCH SKUGGDIAGRAM 21 JUNI KL 09, 13 & 17

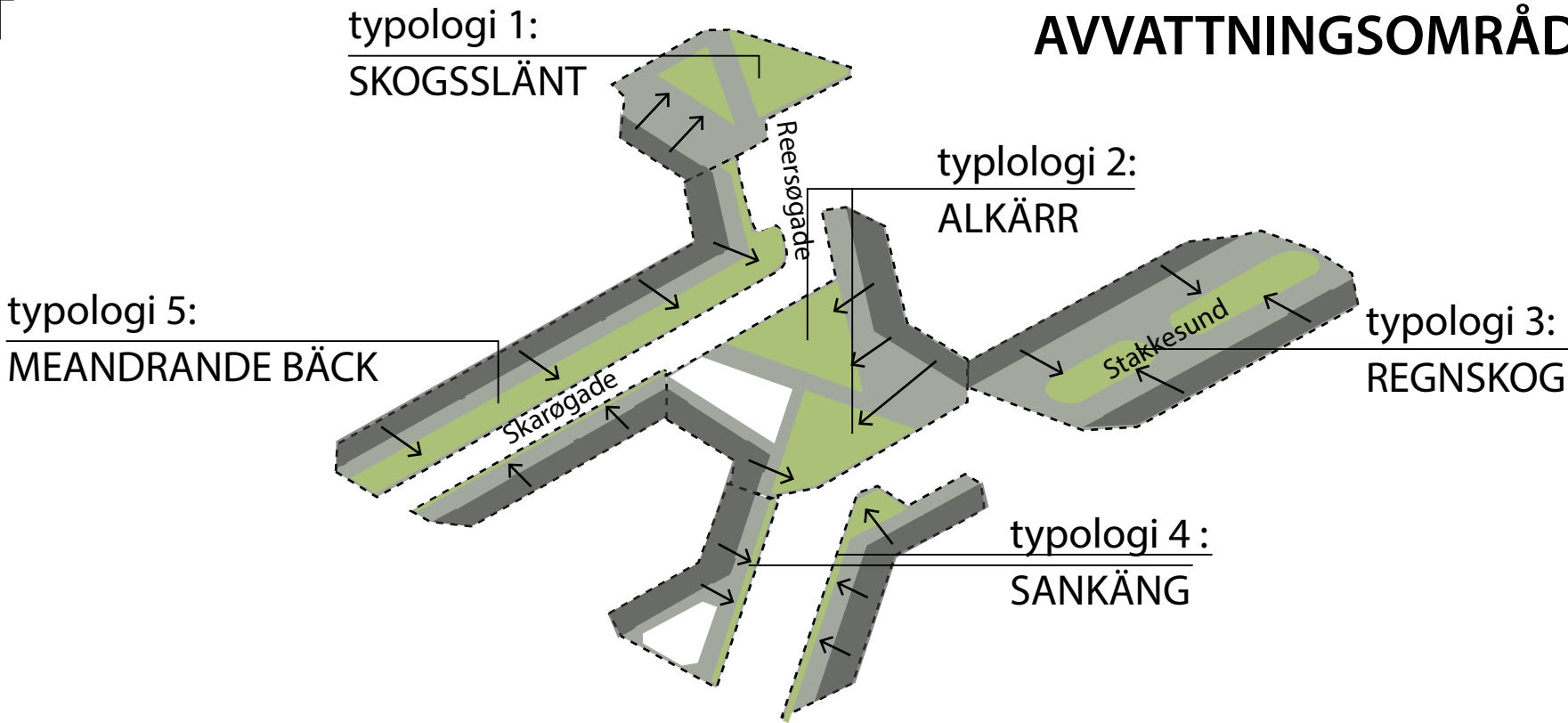
Sketchup modell av kvarteret. Ej skalenlig.

YTOR TOTALT:

Vägvända tak: 2150 m²
 Gator med biltrafik (inkl P-yltor): 2430 m²
 Trottoar (3 m bred längs fasad) : 1240 m²
 Grusyltor: 520 m²
 Övriga hårdgjorda ytor :150 m²
 Träd (kronor) : 500 m²
 Häckar och klätterväxter: 350 m²

OMRÅDESÖVERSIKT

AVVATTNINGSSOMRÅDEN



TYP AV DAGVATTENLÖSNINGAR



TYOLOGI 1: SKOGSSLÄNT PLAN

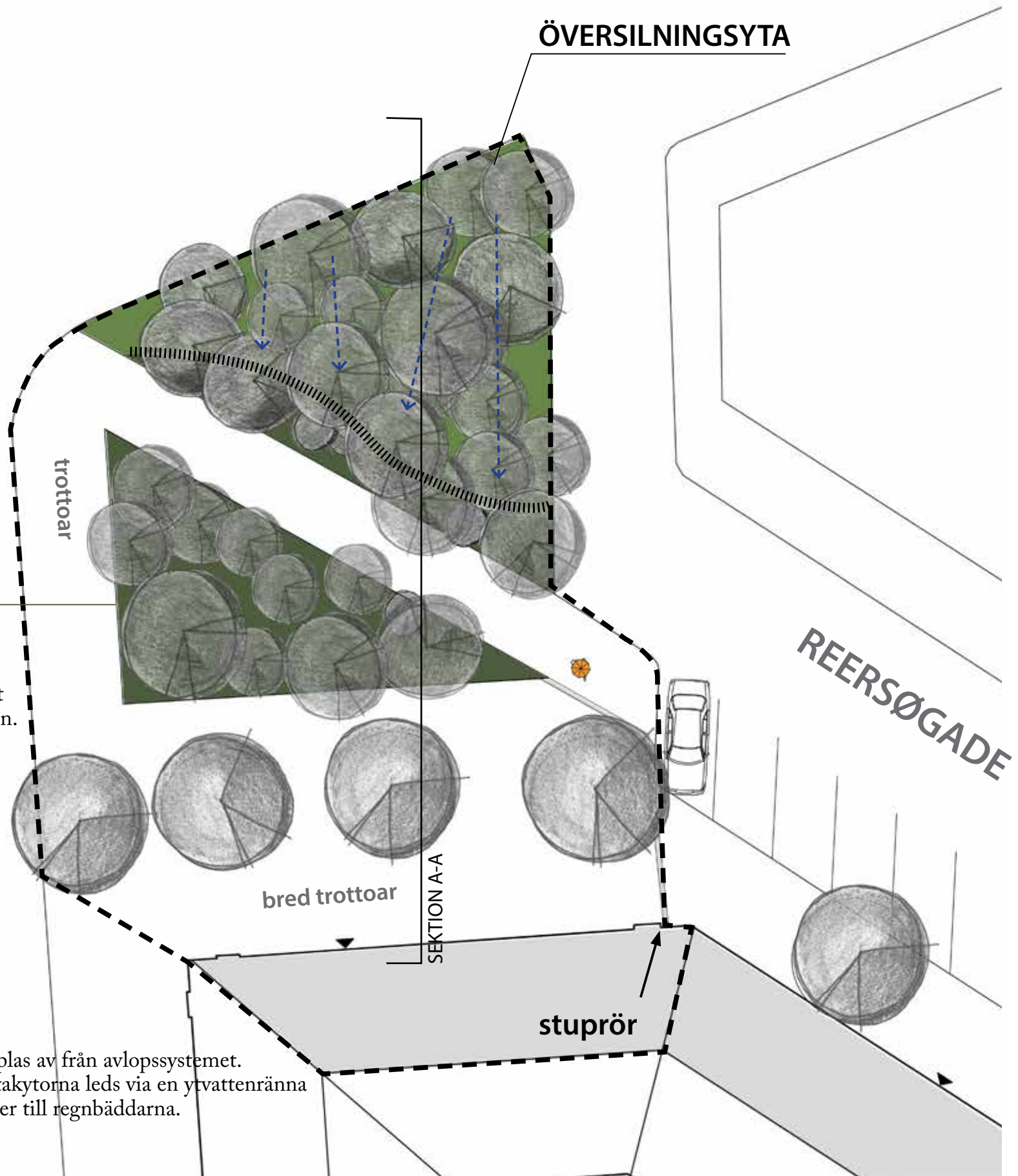
BESKRIVNING

Avvattningsområdet innefattar avrinningen från vägvända tak, trottoarer och ytorna som utgör regnbädd och översilningsyta. Vatten från vägvänt tak, trottoar och hårdgjord yta utgör totalt 500 m² vilket genererar 25 m³ nederbörd beräknat med ett dimensionerande regn på 50mm.

Disponibel yta till regnbädd är 100 m² med en kapacitet för en volym på 30 m³. Översilningsytan täcker 180 m² och beräknas kunna ta upp och infiltrera den mängden vatten på plats.

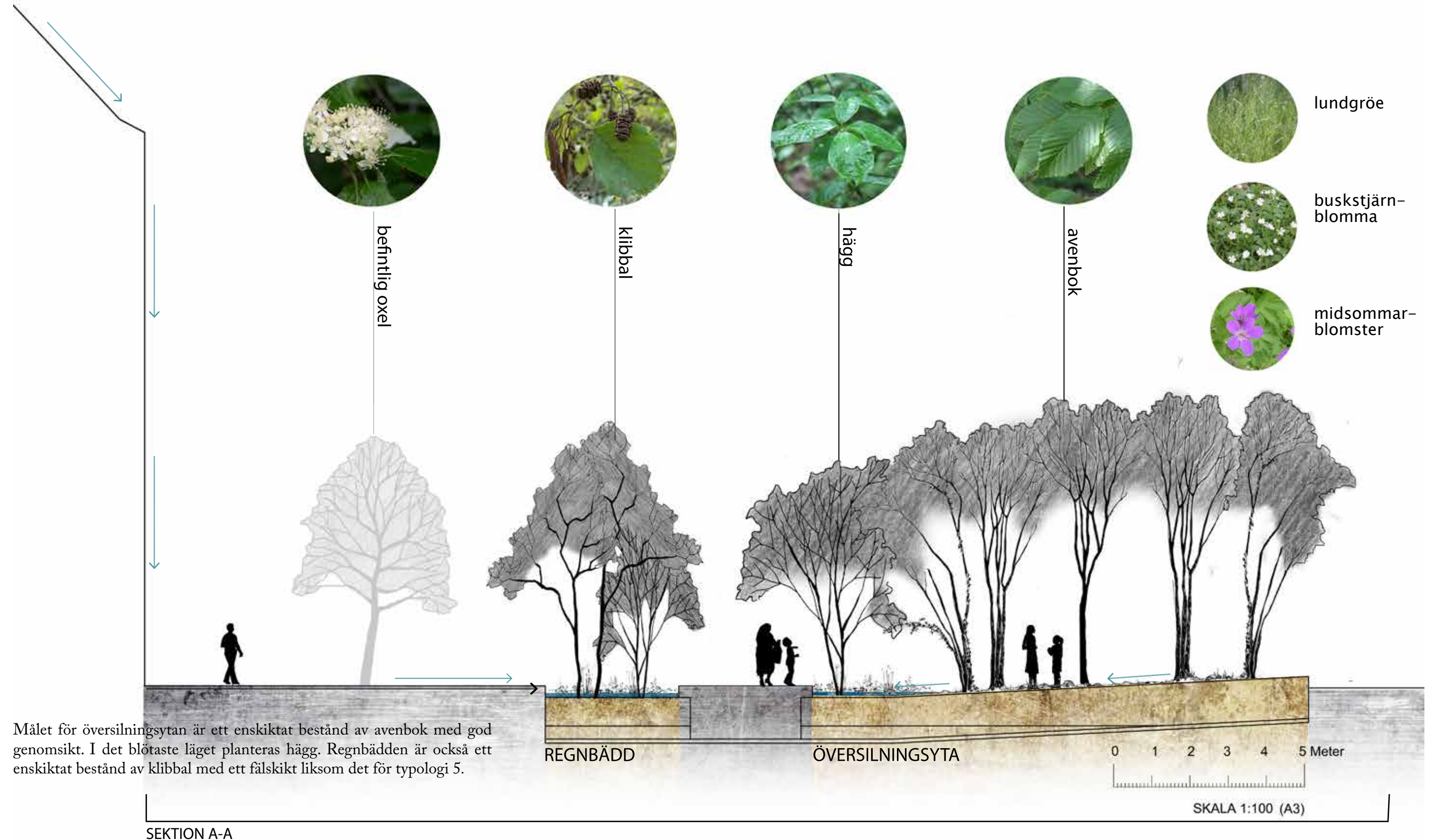
Regnbäddens kant har ingen visning och är fasad in mot översvämningssonen så att vatten rinner från trottoarerna ner i bädden.

Stuprör kopplas av från avlopssystemet. Vatten från takytorna leds via en ytvattenränna över trottoarer till regnbäddarna.



SKALA 1:200 (A3)

TYOLOGI 1: SKOGSSLÄNT SEKTION

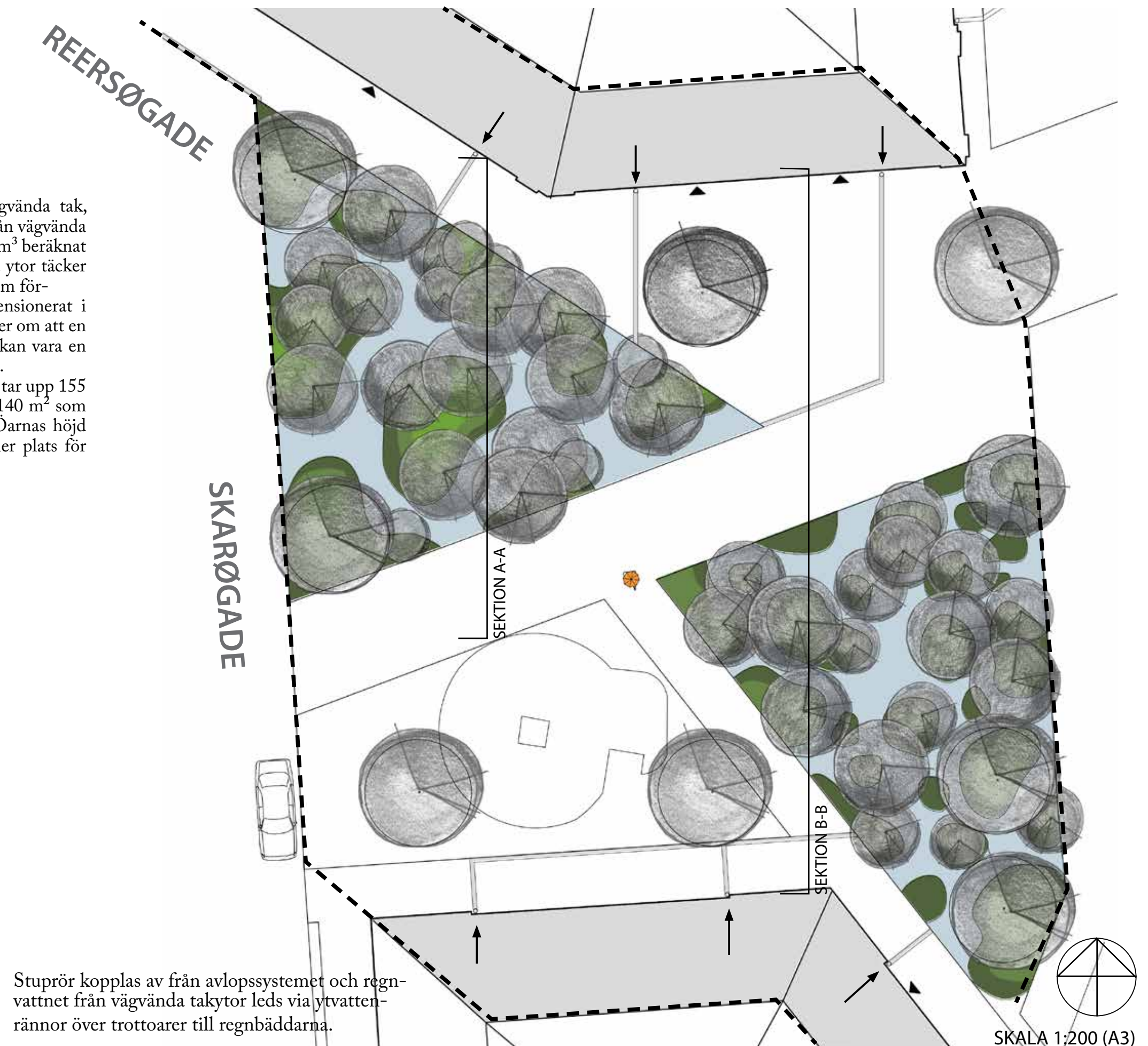


TYOLOGI 2: ALKÄRR PLAN

BESKRIVNING

Avvattningsområdet innefattar avrinningen från vägvända tak, trottoarer och ytorna som utgör regnbäddar. Vatten från vägvända tak & trottoarer totalt utgör 945 m^2 som genererar 47 m^3 beräknat med ett dimensionerande regn på 50mm. Disponibla ytor täcker totalt 570 m^2 , som tillsammans kan fördröja 171 m^3 om fördröjningszonen är 0,3 m djup. Detta blir överdimensionerat i förhållande till den yta som ska avvattnas och det räcker om att en av bäddarna har funktionen av regnbädd, den andra kan vara en vanlig planteringsyta, alternativt få en annan funktion.

Den största av regnbäddarna täcker 295 m^2 och öarna tar upp 155 m^2 . Den disponibla ytan för fördröjningszon blir då 140 m^2 som kan fördröja ca 42 m^3 om den är nedsänkt 0,3 m. Öarnas höjd varierar mellan 0,1-0,3 m och därmed finns det mer plats för vatten i bädden än 42 m^3 .

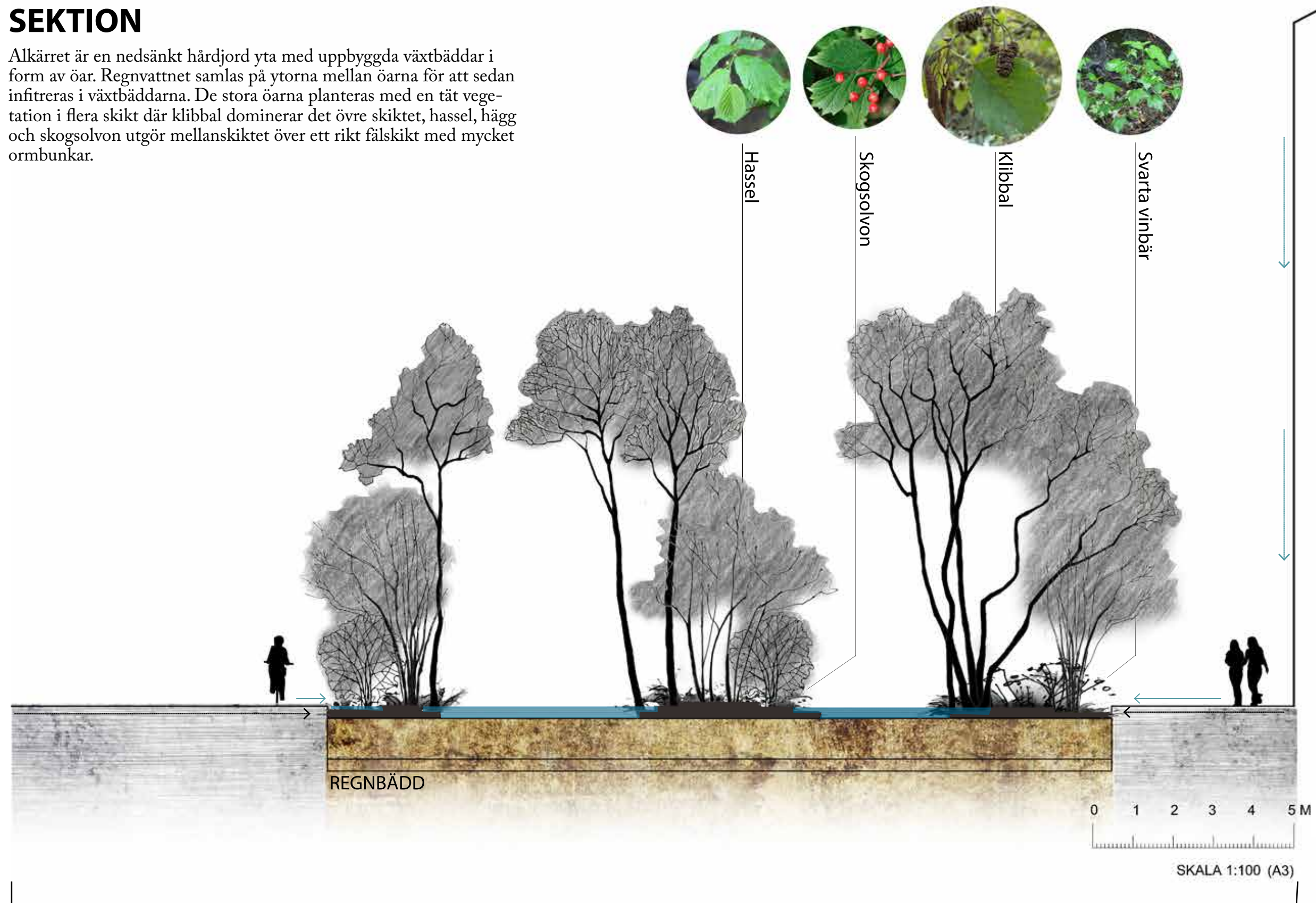


TYOLOGI 2:

ALKÄRR med stora öar

SEKTION

Alkärret är en nedsänkt hårdjord yta med uppbyggda växtbäddar i form av öar. Regnvattnet samlas på ytorna mellan öarna för att sedan infiltreras i växtbäddarna. De stora öarna planteras med en tät vegetation i flera skikt där klibbal dominerar det övre skiktet, hassel, hägg och skogsolvon utgör mellanskiktet över ett rikt fjälskikt med mycket ormbunkar.

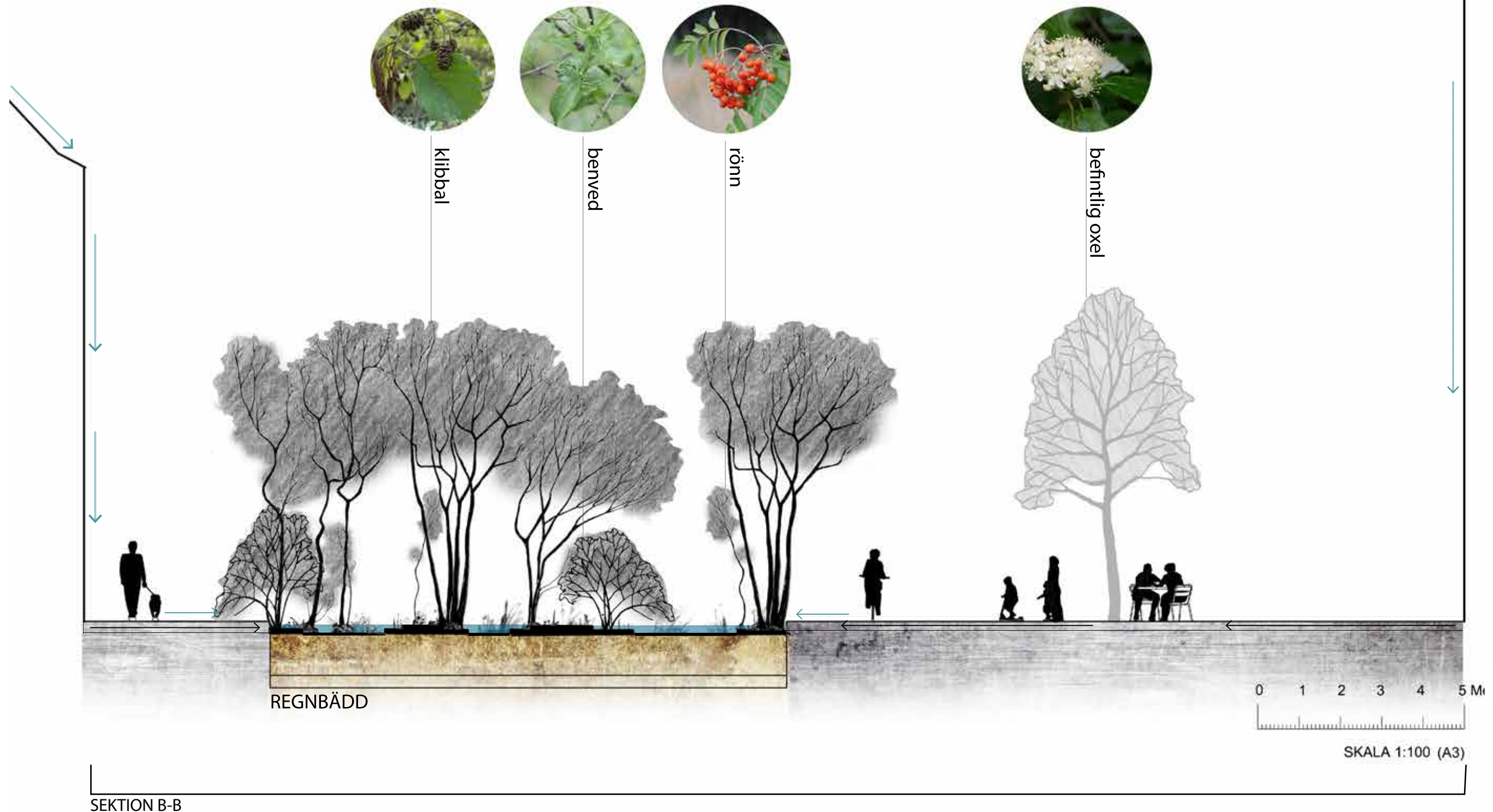


SEKTION A-A

TYOLOGI 2: ALKÄRR med små öar

SEKTION

Alkärret är en nedsänkt hårdjord yta med uppbyggda växtbäddar i form av öar. Regnvattnet samlas på ytorna mellan öarna för att sedan infiltreras i växtbäddarna. De stora öarna planteras med en tät vegetation i flera skikt där klibbal dominerar det övre skiktet, rönn utgör mellanskiktet och benved det lägre buskskiktet och ett rikt fålskikt med mycket ormbunkar.



TYOLOGI 2:

ALKÄRR

VEGETATION

FÄLTSKIKT

Perenna arter är distribuerade efter ett mönster med fyra kategorier. Dominanta, högre arter bestämmer karaktären och sprids ut över ytan. Övriga arter är antingen grupperade, marktäckande eller individuellt utspridda, beroende på artens karaktär. Plantorna sprids efter detta mönster på ett slumpmässigt sätt över ytan (Dunnet, Kircher & Kingsbury 2004).

- DOMINANTA (D)
- GRUPPERADE (G)
- MARKTÄCKARE (Ma)
- UTSPRIDDA (U)
- MONOKULTUR (Mo)



FÄLTSKIKT

SVENSK NAMN	LATINSKT NAMN	PLACERING	% I BLANDING
Raggträjon	<i>Dryopteris affinis</i>	G	10
Lundbräken	<i>Dryopteris dilatata</i>	G	10
Storrams	<i>Polygonatum multiflorum</i>	G	10
Lundslok	<i>Melica uniflora</i>	Ma	20
Ekorrbär	<i>Maianthemum bifolium</i>	Ma	10
Vitsippa	<i>Anemone nemorosa</i>	Ma	10
Myskmadra	<i>Galium odoratum</i>	Ma	30

MÅL FÖR PLANTERINGEN

STORA ÖAR.

Klibbal dominerar det övre skiktet, hassel, hägg, skogsolvon utgör mellanskikt och en tät vegetation i flera skikt som koncentreras på de större öarna eftersträvas. Området mellan öarna är en hårdgjord yta som fylls med vatten när det regnar.

SMÅ ÖAR.

Klibbal dominerar det övre skiktet och rönn utgör mellan skiktet och benved det lägre buskskiktet. Glesare plantering än på de stora öarna. Ytorna mellan öarna är hårdgjorda.

TRÄD & BUSKSKIKT

I detta område planteras lignoser enligt detaljritningarna, det antal som ska utvecklas på plats utan gallring. Observera att planen inte har arter specificerade.

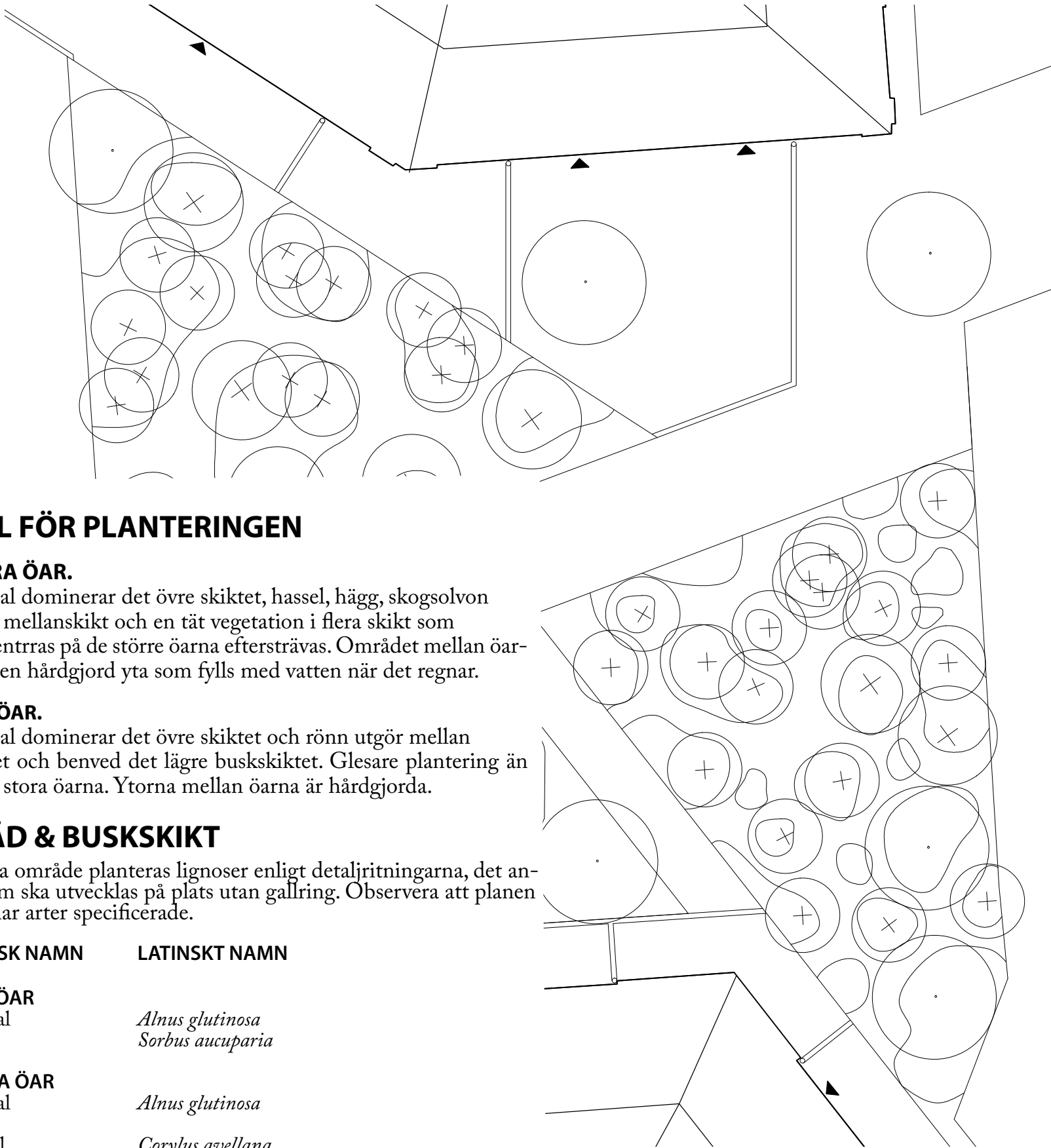
SVENSK NAMN LATINSKT NAMN

SMÅ ÖAR

Klibbal	<i>Alnus glutinosa</i>
Rönn	<i>Sorbus aucuparia</i>

STORA ÖAR

Klibbal	<i>Alnus glutinosa</i>
Hassel	<i>Corylus avellana</i>
Hägg	<i>Prunus padus</i>
Skogsolvon	<i>Viburnum opulus</i>
Svarta vinbär	<i>Rubus nigra</i>



TIPOLOGI 3: REGNSKOG PLAN

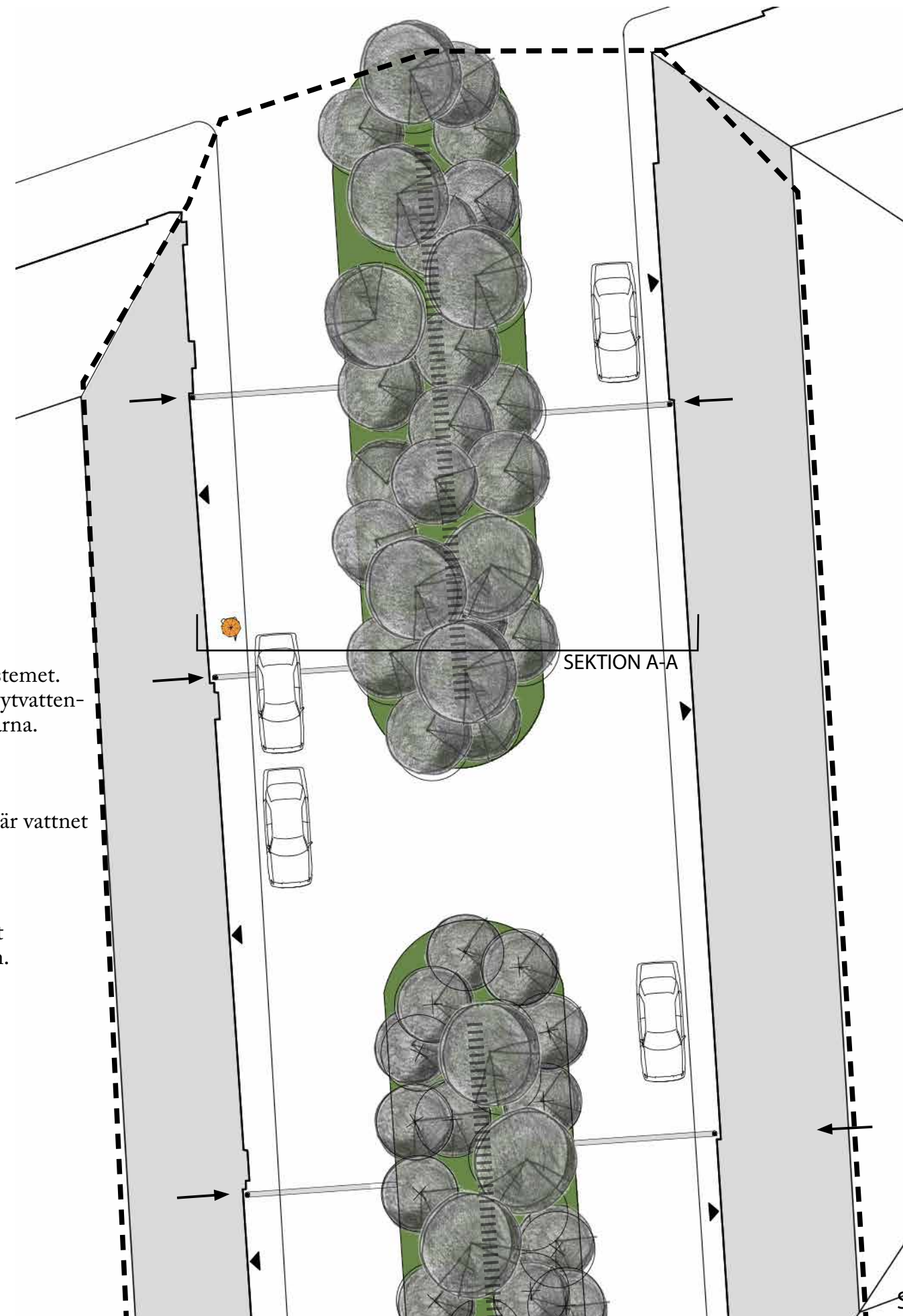
BESKRIVNING

Avvattningsområdet innefattar avrinningen från vägvända tak, trottoarer, gator och ytorna som utgör regnbäddar. Vatten från vägvända tak, trottoarer och gator utgör totalt 980 m², vilket genererar 49 m³ beräknat med ett dimensionerande regn på 50 mm. Disponibla ytor för regnbäddar täcker 320 m² med en kapacitet på 96 m³ om fördröjningszonen är 0,3 m djup. Om regnbädden istället sluttar in mot mitten från är 0,1 m till 0,2m djup får båda ytorna en total kapacitet på 48 m³ vatten.

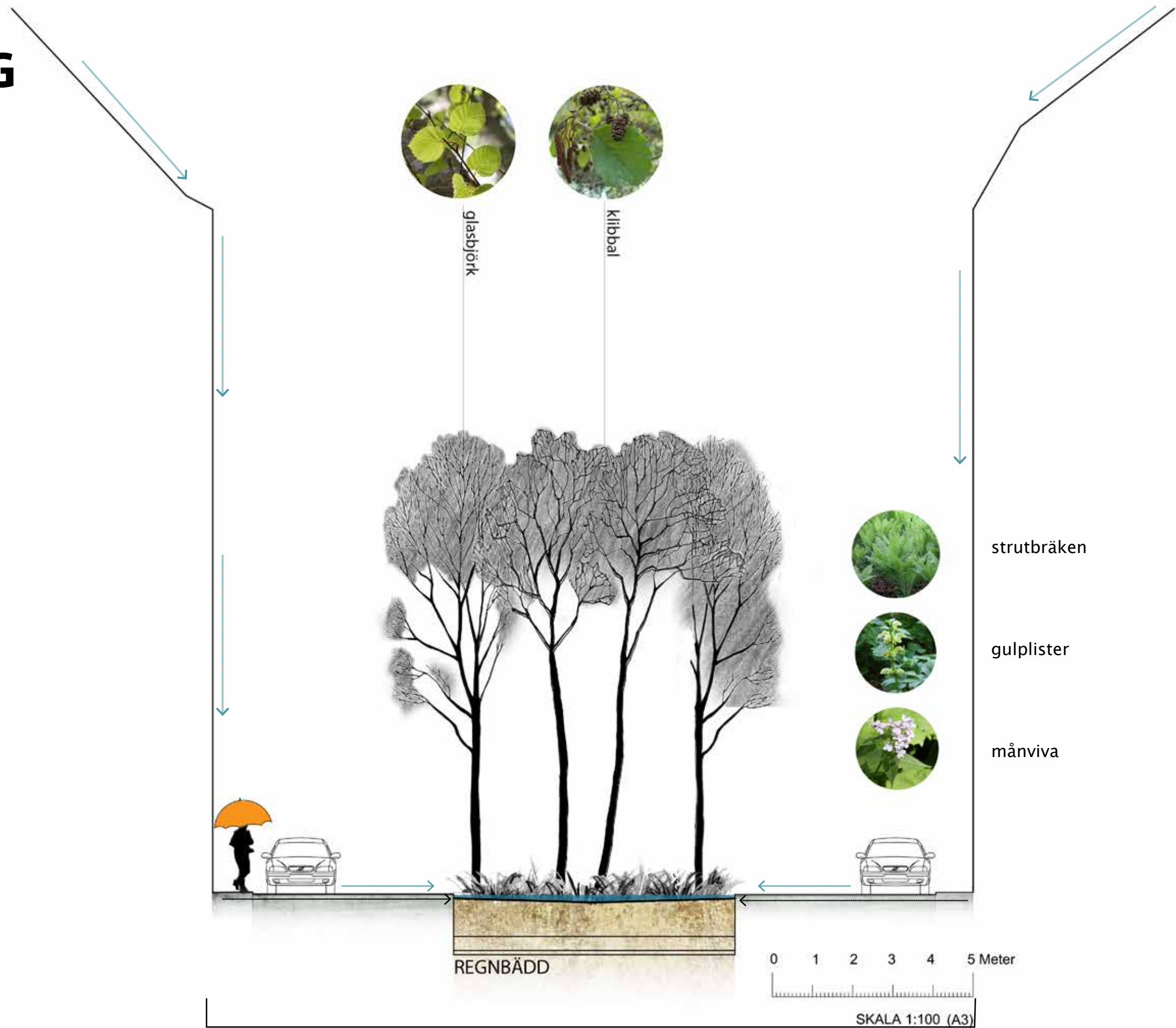
Stuprör kopplas av från avlopssystemet. Vatten från takytorna leds via en ytvattenränna över trottoar till regnbäddarna.

Regnbäddens kantsten har mellanrum i fas med gatunivån där vattnet kan rinna ner i bädden.

Regnbäddens sidor sluttar in mot mitten som är den blötaste zonen.



TIPOLOGI 3: REGNSKOG SEKTION



SEKTION A-A

TIPOLOGI 3: REGNSKOG VEGETATION

MÅL FÖR PLANTERINGEN.
Klibbal och glasbjörk samdominerande i ett övre skikt. God
genomsikt med höga trädkronor med en känsla av pelarsal
eftersträvas.

TRÄDSKIKT		
svensk namn	latinskt namn	%
Klibbal	<i>Alnus glutinosa</i>	60%
Glasbjörk	<i>Betula pubescens</i>	40%

FÄLTSKIKT			
svensk namn	latinskt namn	placering	%
Strutbräken	<i>Mattueccia struhiopteris</i>	Mo	70
Månviol	<i>Lunaria redviva</i>	U	10
Gulplister	<i>Lamistrum galeobdolon</i>	Ma	20

Fätskikt: Dominanta/Grupperade/Marktäckare/
Utspridda/Monokultur



Strutbräken



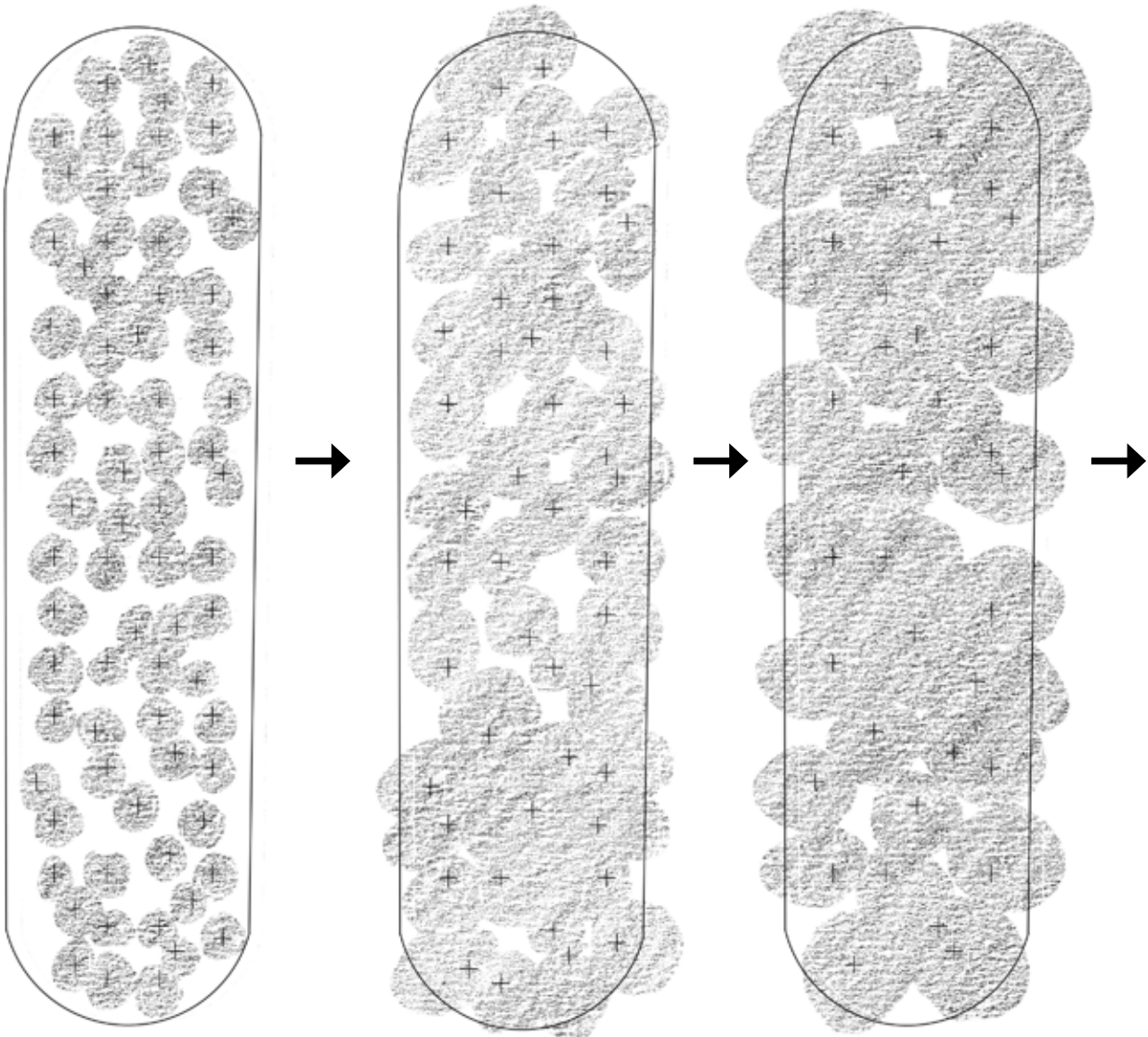
Gulplister



Månviva

STRATEGI

Plantering enligt plan nedan med utgångspunkt från små kvaliteter som succesivt gall-
ras. Klibbal arrangeras gruppvis och enstaka, glasbjörk som enbart enstaka.
Fälskiktet planteras efter första gallring.



Nyplantering avstånd
c/c ca 1,5m
planteras i ett oregelbundet
mönster. Klibbal arrangeras
gruppvis och enstaka, glas-
björk som enbart enstaka.

Första gallring efter
ca 10 år, ungefär 30 %
av beståndet.

Andra gallring ytterligare
30 % av beståndet.

TYOLOGI 4: SANKÄNG PLAN

BESKRIVNING

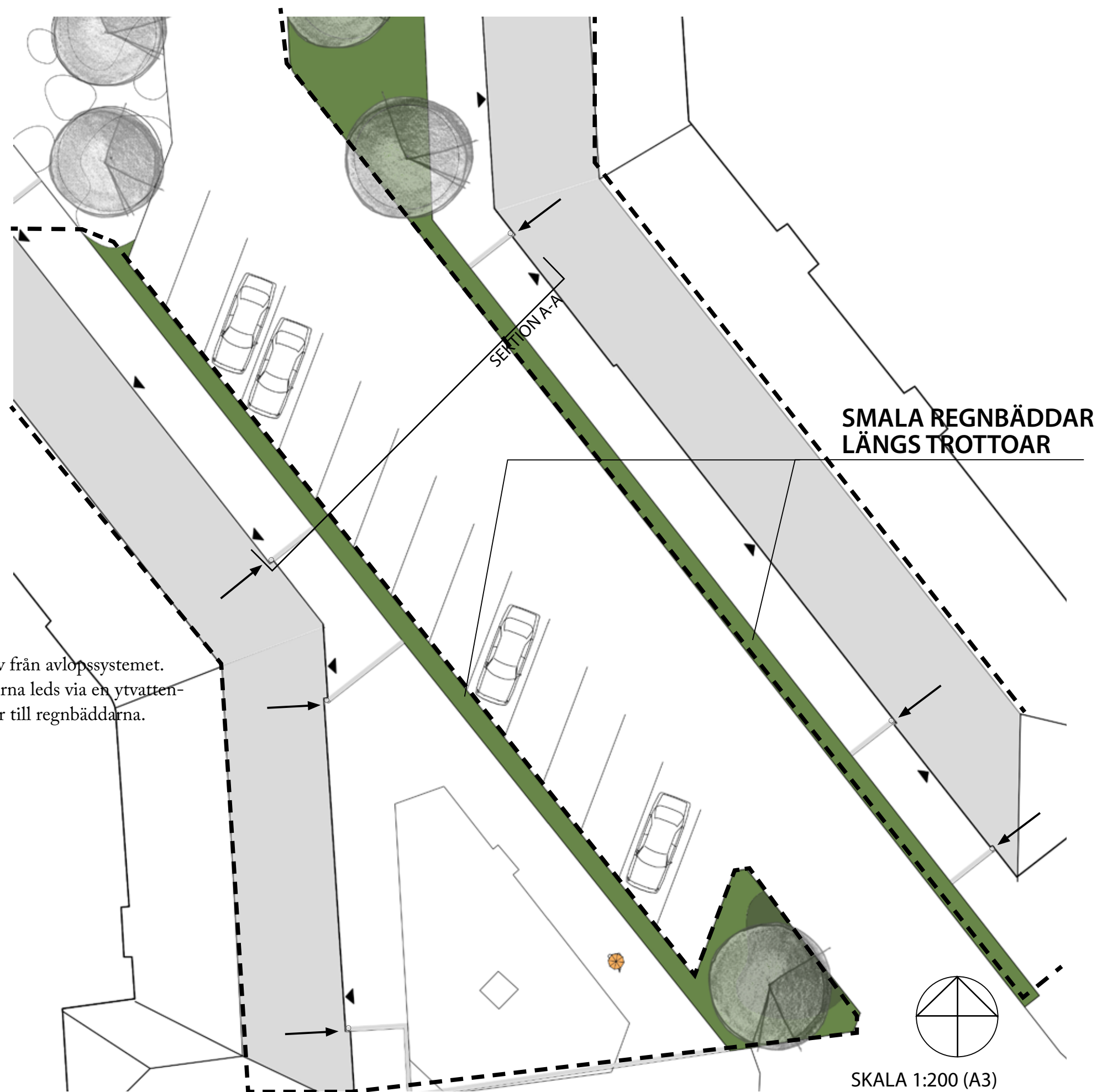
REGNBÄDD LÄNGS GATA REERSØGADE :

Avvattningsområdet innefattar avrinningen från vägvända tak, trottoarer och ytorna som utgör regnbäddar.

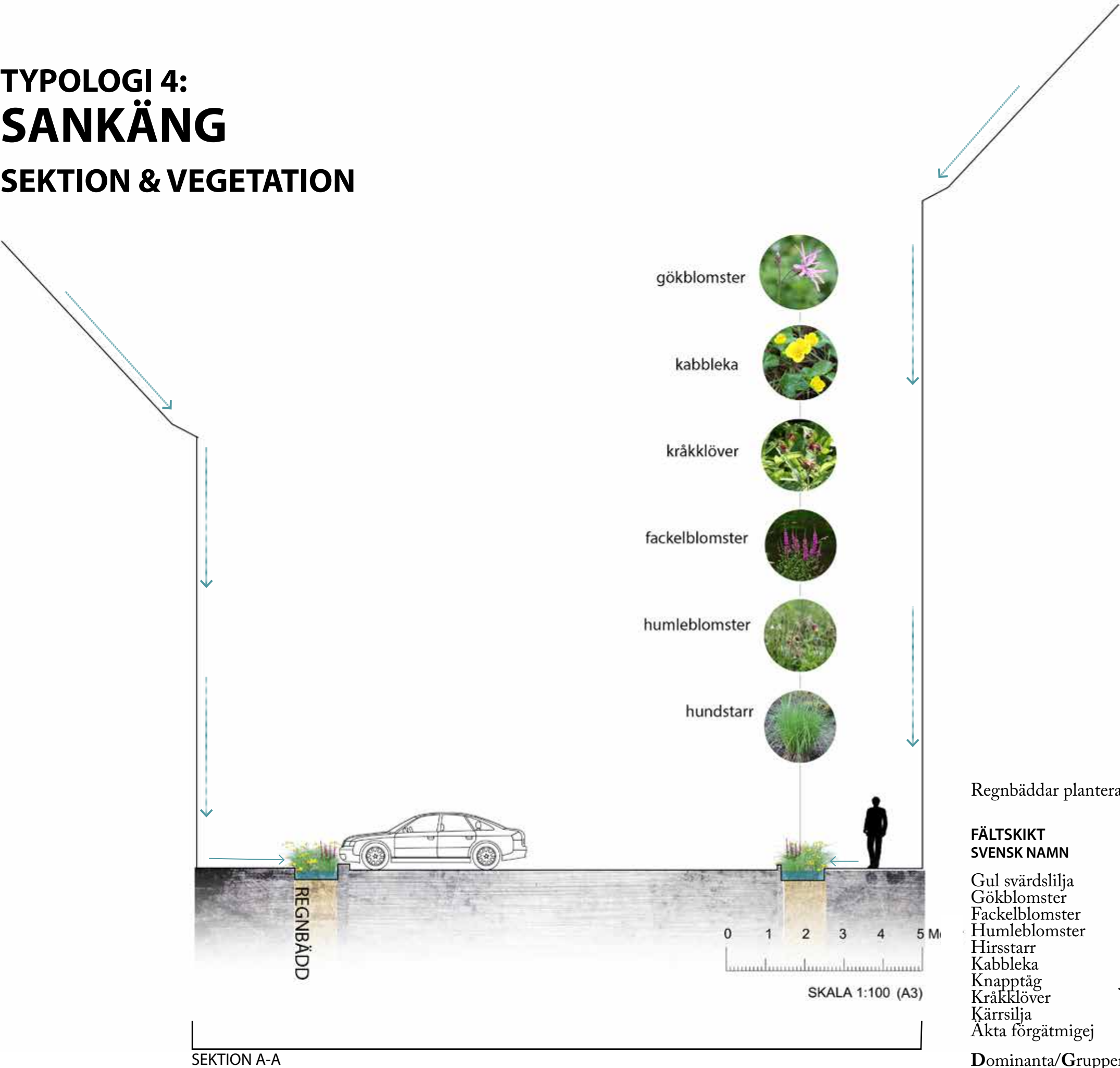
Vatten från vädvända tak & trottoar totalt 385 m² genererar en volym på 19 m³ vatten. Disponibla ytor för regnbädd är 40 m² med en kapacitet på 12 m³ om fördröjningszonen är 0,3. Den smala bädden längs trottoaren kan kompletteras med en regnbädd i gatan med en yta upp till 35 m² som kan fördröja en volym på ytterligare 10 m³.

Den långa bädden måste ha övergångar på ett antal ställen.

Stuprör kopplas av från avlopssystemet.
Vatten från takytorna leds via en ytvatten-
ränna över trottoar till regnbäddarna.



TIPOLOGI 4:
SANKÄNG
SEKTION & VEGETATION



Regnbäddar planteras med perenna växter enligt lista.

FÄLTSKIKT				
SVENSK NAMN	LATINSKT NAMN	BLOM	PLATS	%
Gul svärdsilja	<i>Iris pseudoacorus</i>	(juni-juli)	D	15
Gökblomster	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	(juni-aug)	G	10
Fackelblomster	<i>Lythrum salicaria</i>	(juli-aug)	D	10
Humleblomster	<i>Geum rivale</i>	(maj-juni)	Ma	15
Hirsstarr	<i>Carex panicea</i>	(juni)	Ma	10
Kabbleka	<i>Caltha palustris</i>	(april-juni)	U	5
Knapptåg	<i>Juncus conglomeratus</i>	(juni-juli)	G	10
Kräklöver	<i>Potentilla palustris</i>	(juni-juli)	U	10
Kärrsilja	<i>Peucedanum palustre</i>	(juli-aug)	G	5
Äkta förgätmigej	<i>Myosotis scorpioides</i>	(juli-aug)	Ma	10

Dominanta/Grupperade/Marktäckare/Utspridda/Monokultur

TYOLOGI 5: MEANDRANDE BÄCK PLAN

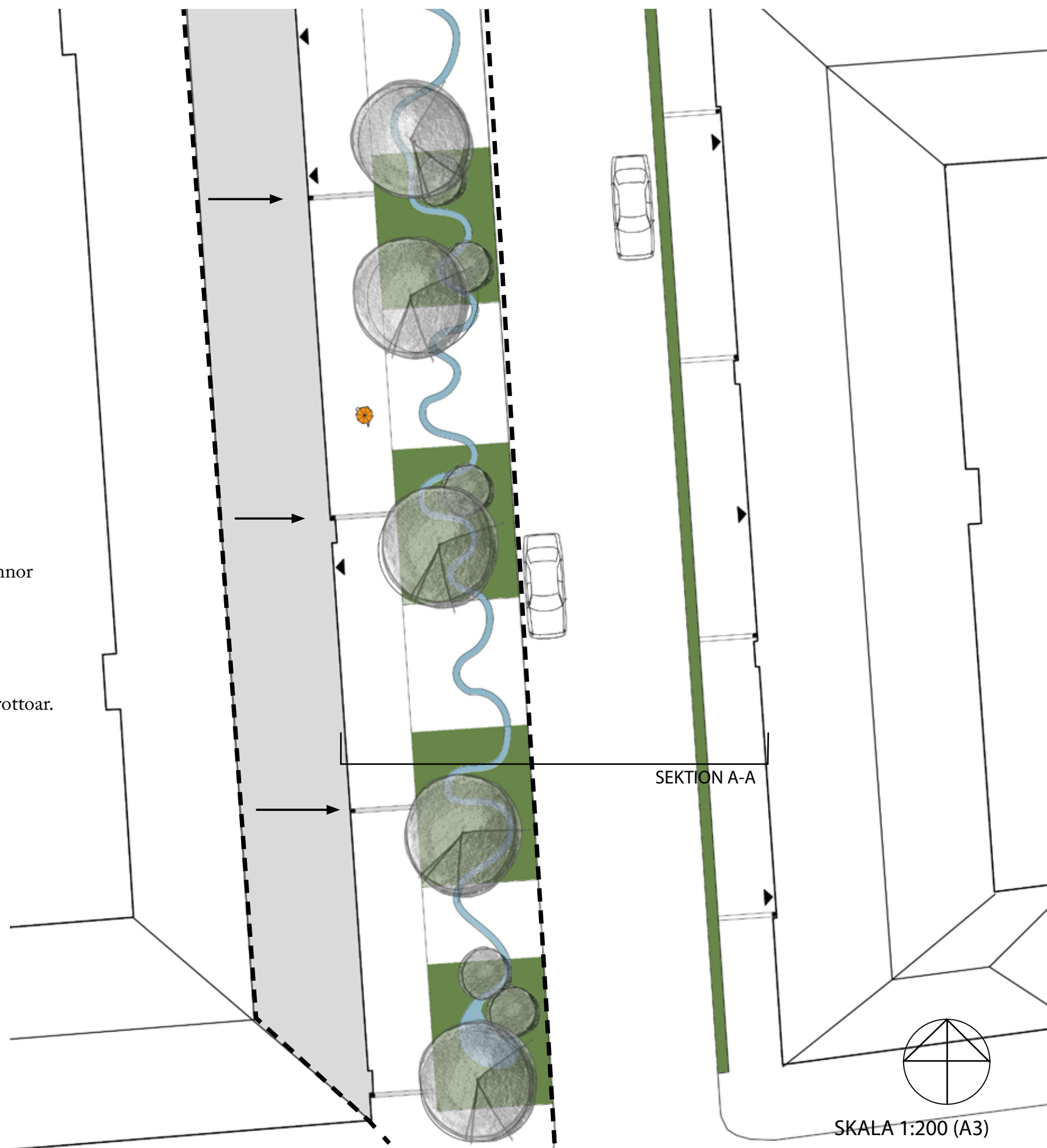
BESKRIVNING

Avvattningsområdet innefattar avrinningen från vägvända tak, trottoarer och ytorna som utgör regnbäddar. Disponibla ytor för svackdike : 450m² inklusive befintliga träd. Ytan delas in i flera mindre regnbäddar för bättre framkomlighet och att inte överdimensionera. Om antalet regnbäddar är 8 stycken på ca 30 m² fördelade längs trottoaren i anslutning till stuprör med ett djup på 0,2 m och en kapacitet på 6 m³ per bädd kan de tillsammans utnyttja 48 m³ vatten.

Stuprör kopplas av från avlopssystemet. Vatten från takytorna leds via ytvattenrännor över trottoar till regnbäddarna.

Längs hela trottoaren, i både regnbäddar och hårdgjorda ytor rinner en kanal som förses med regnvatten från stuprör och trottoar.

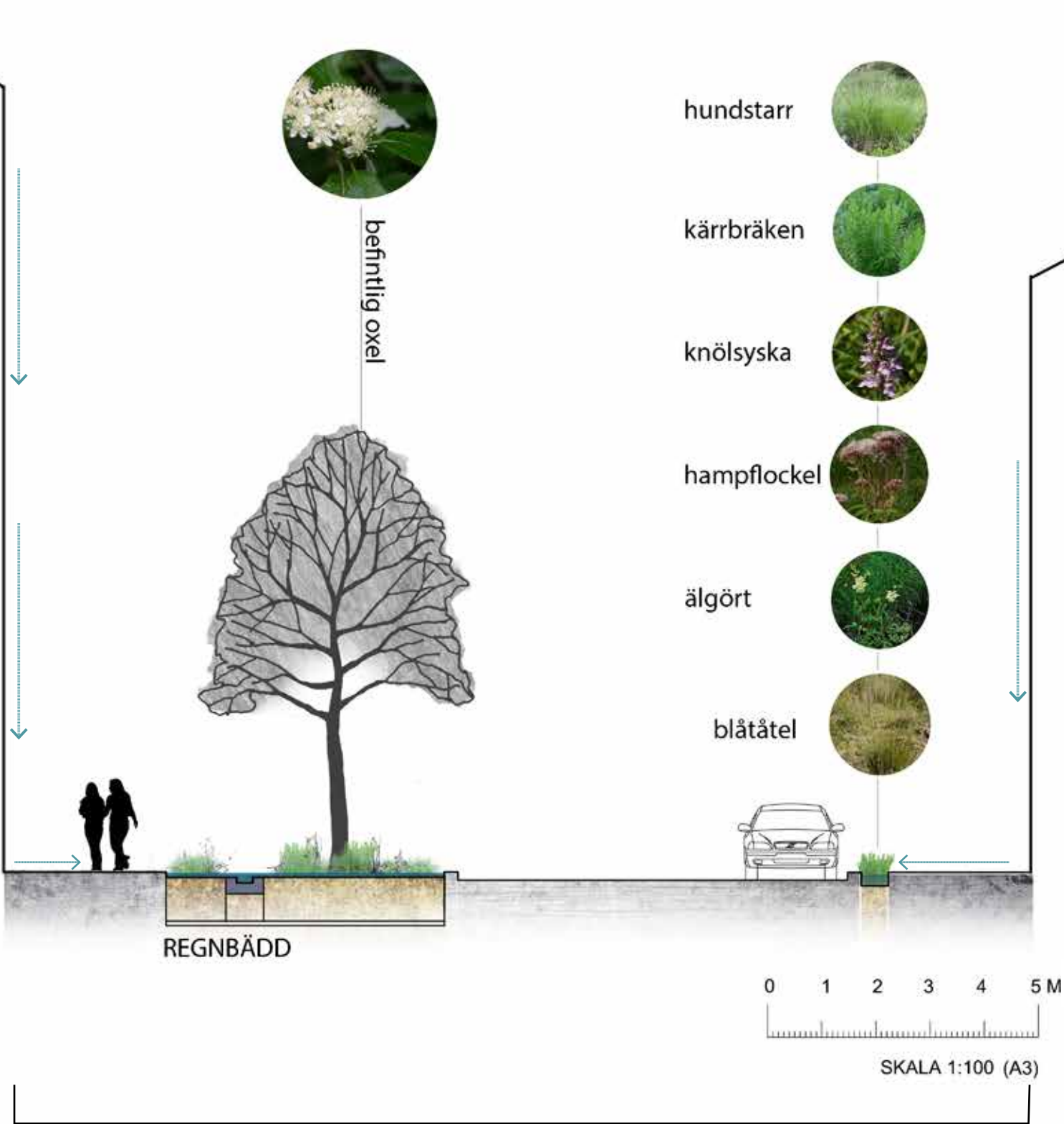
Vatten från vägvända tak & trottoarer totalt 880 m² som genererar 44 m³ beräknat med ett dimensionerande regn på 50 mm.



SKALA 1:200 (A3)

TIPOLOGI 5: MEANDRANDE BÄCK

SEKTION & VEGETATION



Mål för planteringen.
 Befintliga träd bevaras och regnbäddar anläggs kring dessa.
 Regnbäddar planteras med perenna växter enligt lista.

FÄLTSKIKT				
SVENSK	/LATINSKT NAMN	BLOM TID	PLATS	%
Hundstarr	<i>Carex nigra</i>	(juni-juli)	G	20
Kärrbräken	<i>Thelypteris palustris</i>		G	20
Knölsyska	<i>Stachys palustris</i>	(juli-sept)	D/G	10
Hampflockel	<i>Eupatorium cannabinum</i>	(juli-sept)	G	10
Älgört	<i>Filipendula ulmaria</i>	(juni-aug)	D/Ma	10
Blåttåtel	<i>Molina caerulea</i>		G	30

Dominanta/Grupperade/Marktäckare/Utspridda/Monokultur

DISKUSSION

TANKAR KRING GESTALTNINGSPROCESSEN

Gaturummen inom kvarteret runt Reersøgade som jag utgått ifrån för gestaltningsförslagen, har använts som rum för experimenterande snarare än för en platsspecifik utformning. Min intention har inte varit att arbeta med utformningen av ett sammanhängande kvarter utan jag har enbart fokuserat på möjligheterna för dagvattenhantering med vegetation.

Jag har avgränsat mig till de mest nödvändiga beräkningarna för regnbäddarnas dimensionering och beräkningar av vattenflöden. Med en förenklad modell har jag räknat ut flödet från ett specifikt område, som baseras på beräkningsunderlag med dimensionerande regn från Köpenhamns kommun och RGB Arkitekter, som planerat det närliggande Tåsinge plats. Mina förslag beräknas ta hand om allt vatten från tak och trottoarer längs de gator jag avgränsat, upp till ett 10-årsregn. Den strategiska planen för kvarteret räknar med att regnbäddar och dylika system ska ta hand om 10 % av allt vatten inom kvarteret upp till ett 10-årsregn om hundra år.

Beräkningar av möjliga ytor att utnyttja till dagvattenhantering inom kvarteret, visar att befintliga gaturum i den hårt exploaterade innerstadsmiljön har tillräckligt med plats för att ta hand om dagvattnet lokalt. Regnbäddarnas yta beräknas normalt till 4-5 % av den yta som ska avvattnas och kan som visats integreras längs med en trottoar eller gata. Det betyder att det finns goda möjligheter att anlägga öppna dagvattensystem och öka vegetationen även i förtätade stadsrum.

Inom kvarteret som jag arbetat med, på den plats med störst tillgänglig yta (alkärr på Reersøgade), blir två bäddar för regnvattenhantering överdimensionerat i förhållande till avrinningsytan. Överdimensionerade regnbäddar kan inte bara bli torra kratrar i landskapet, utan är också mindre effektiva ur

ett kostnadsperspektiv. Jag har föreslagit två regnbäddar, men i verkligheten skulle enbart den ena yta behöva vara en funktionell regnbädd. Kvarteret som helhet behöver inte heller så många bäddar på liten yta, men jag har som tidigare nämnt försökt utnyttja alla ytor för att utforska möjligheterna med gestaltning av öppna dagvattensystem med vegetation.

MÖJLIGHETER OCH BEGRÄNSNINGAR

Att definiera stadens karaktär och se den som ett eget ekosystem gör det möjligt att se och utveckla staden utifrån ett ekologiskt perspektiv och arbeta för mer balanserade stadsmiljöer.

Att arbeta med naturen som inspiration är en metod som på ett personligt plan fördjupar förståelsen av biotop-typerna och förmågan att se processerna och sambanden mellan vatten och vegetation. Jag hoppas att referenslandskapen i kapitel II även kan förmedla en bild till andra av biotopernas karaktär. Referenslandskapsstudierna har underbyggt gestaltningen på ett konkret och direkt sätt, både formmässigt och vad gäller artsammansättningen. För fältskiktet var min dokumentation begränsad till våraspekten och till gestaltningsförslaget har jag därför använt litteratur för att öka artvariationen över en längre säsong. Den innefattar Jörg Brunets dokumentation av *Vegetationen i Skånes klibbalskogar* (1990), Mossbergs *Den nya nordiska floran* (2003), Dunnet & Claydens bok *Rain garden* (1997) och Wetlands and water bodies i *The dynamic landscape* av Kircher (2004).

Ett sammanfattande uttryck för gestaltningen skulle kunna vara stiliserad natur i en urban kontext. Christer Göransson (1994) menar att det är viktigt att ge en anläggning stram form eller tydlig gräns som vittnar om medvetenhet och omsorg när man jobbar med naturliga biotoper som förebild. Även Hitchmough & Dunnet (2004) betonar att gestaltad naturlig vegetation måste vara

utformad enligt estetiska principer för att förstås och uppskattas av allmänheten. Naturlika planteringar i ett atropogent landskap är alltid en konstruktion eftersom den naturtypen är främmande för platsen.

För mig är detta att arbeta med enbart inhemsk flora ett nytt angreppssätt och det har varit roligt att upptäcka att det inte är något problem för det estetiska uttrycket och att de vilda växterna är en resurs som inte upplevts begränsande.

Vad som begränsar användandet av vegetation i öppna dagvattensystem är framför allt driftskostnader och användandet av salt på trottoarer och vägar som på sikt skadar växterna. Val av rätt vegetation för platsen är som alltid av högst relevant och förhållandena i en regnbädd är varken torra eller blöta med en stor variation i vattentillgång. Regnbäddarnas vattenhållande förmåga kan regleras genom konstruktionen, val av material i bäddarna och en vattenmättad zon kan hålla vatten och hindra att bäddarna torkar ut under torra perioder. En vattenmättad zon med ett djup på 30 cm kan hindra att bädden torkar ut upp till fem veckor utan regn (FAWB 2009). Om öppna dagvattensystem integreras i befintliga miljöer är de tillgängliga ytorna begränsade, men som tidigare nämnts är möjligheterna goda att integrera dessa system även i exploaterade innerstadsmiljöer.

Att bidra till nya småskaliga, gröna urbana typologier är intentionen, även om de stannar på idéstadiet inom detta projekt. Nästa steg är att ta idéerna vidare och använda dem i ett nytt sammanhang i efterdyningarna av detta projekt i mitt framtida yrkesliv. Tåsinge Plads i Köpenhamn är på väg att färdigställas och är ett intressant exempel på en integrerad gestaltning som kan lyfta vattnets och vegetationens värde i stadsmiljön. När fler regnbäddar och andra öppna dagvattensystem anläggs och utvecklas byggs kunskaperna upp och exempelvis skötsel aspekten och kostnaderna

det medför kan utvärderas bättre. Om planteringarna har en ekologisk utgångspunkt, där skötseln inte fokuserar på att hålla ordning i planteringar i bemärkelsen att bibehålla uttrycket vid anläggningen, utan låta vegetationen utvecklas dynamiskt kan skötseln reduceras. Att använda fler träd i dagvattensammanhang berikar anläggningarna både funktionellt och estetiskt. Träd kan nyttja regnvatten på ett effektivt sätt både över och under jord och har arkitektoniska värden året runt.

REFERENSER

TRYCKTA KÄLLOR

Backhaus, A. & Fryd, O. (2013). The aesthetic performance of urban landscapebased stormwater management systems: a review of twenty projects in Northern Europe. *Journal of Landscape Architecture*, theme issue autumn 2013. München : European Council of Landscape Architecture Schools.

Benson, J.F. & Roe, M. (red.) (2007). *Landscape and sustainability*, andra uppl. Routledge : New York.

Blanc, P. (2008). *The vertical garden – from nature to the city*. New York: W.W. Norton & Company.

Brunet, Jörg (1990) Vegetationen i Skånes klibbalskogar. *Svensk botanisk tidskrift*. 84:179-190. Lund.

Coffman, L. S. (2002) Low-impact development: An alternative stormwater management technology Chapter 1.5 i France, L. R. (red.) *Handbook of water sensitive planning and design*. London : Lewis publishers.

Cronon, W. (red.) (1995). The trouble with wilderness or getting back to the wrong nature. I *Uncommon ground, Rethinking the human place in nature*. New York: W. W. Norton & Co.

Dreiseitl, H.(red.) (2001). *Waterscapes – planning, building and designing with water*. Basel: Birkhäuser.

Dunnett, N. & Clayden A. (2007). *Rain Gardens. Managing water sustainably in the garden and designed landscape*. Portland: Timber Press.

Dunnett, N. & Hitchmough, J. (red.) (2004). *The dynamic Landscape*. New York : Taylor & Francis.

Dunnett, N., Kircher, W. & Kingsbury, N. (2004). Communicating naturalistic plantings: plans and specifications, kap.9.I Dunnett, N. & Hitchmough, J. (red.) *The dynamic Landscape*. New York : Taylor & Francis.

Florgård, C. & Palm, R. (1980). *Vegetationen i dagvattenhanteringen*. Solna : Naturvårdsverket.

Foxley, A. & Vogt, G. (2011). *Distance and Engagement: Walking, thinking and Making Landscape*. Baden, Switzerland : Lars Muller Publishers.

Francis, A. R. & Chadwick A. M. (2013). *Urban ecosystems: understanding the human environment*. Oxon: New York: Routledge.

Gilbert, O. L. (1989). *The ecology of urban habitat*. London : Chapman and Hall.

Grime, J.P. (2001) *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*, 2. uppl. Chichester: John Wiley & sons, Ltd.

Grip, Harald & Rodhe, Allan (2000[1994]). *Vattnets väg från regn till bäck*. 3., rev. uppl. Uppsala: Hallgren & Fallgren.

Gustavsson R. (1981). *Natur-lik grönytor i parker och bostadsområden: en beskrivning av forskningsprojektets bakgrund, dess experimentella del samt en kort genomgång av viktiga vegetationstyper, klassificerade utifrån deras uppbyggnad (struktur, form)*. Konsulentavdelningens rapporter / Sveriges lantbruksuniversitet. Landskap, 58.

Gustavsson, R. (2004). Exploring woodland design: designing with complexity and dynamics-woodland types, their dynamic architecture

and establishment. I Dunnett, N. & Hitchmough, J. (red.) *The dynamic Landscape*. New York : Taylor & Francis.

Gustavsson R. (2009). The touch of the world: dynamic vegetation studies and embodied knowledge. Thinking Eye, *Journal of Landscape Architecture*, ss. 42-55. München : European Council of Landscape Architecture Schools.

Göransson, C. (1994). *Att forma dagvatten : tankar kring utformningen av dagvattenanläggningar i stadsmiljö*. Stad & Land, 126. Alnarp : Movium.

Hitchmough, J. & Dunnett, N. (2004) Introduction to naturalistic planting in urban landscapes. I Dunnett, N. & Hitchmough, J. (red.) *The dynamic Landscape*. New York : Taylor & Francis.

Hadley, J., Pauleit, S. & Gill, S. (2007). Landscape, sustainability and the city. I Benson, J.F. & Roe, M. (red.) *Landscape and sustainability*, andra uppl. Routledge : New York, ss. 167-195.

Kershaw, A. K. & Looney, H. J. (1985). Quantitative and dynamic plant ecology, 3 uppl. London : Edward Arnold.

Kendle, T. & Forbes, S. (1997). *Urban nature conservation: Landscape management in the urban countryside*. London : E. & F. N. Spon.

Kircher W. (2004). Wetland and water bodies. kap. 8 i Dunnett, N. & Hitchmough, J. (red.) *The dynamic Landscape*. (2007) New York : Taylor & Francis.

Lewan, N. (2004). Perspektiv på skånska landskap. *Skånes Natur* årgång 91. Årsbok för naturskyddsföreningen i Skåne. Lund: Naturskyddsföreningen i Skåne.

TRYCKTA KÄLLOR FORTS.

Lundström, H. & Geite, B. (2000). *Sten, Vatten, växter*. Stockholm : Natur och Kultur/LTs förlag.

Marris, E. (2011). *Rambunctious garden: Saving Nature in a Post wild world*. New York: Bloomsbury.

Odum E.P. (1975). *Ecology: the Link between the Natural and the social sciences*. 2. uppl. London : Holt, Rinehart and Winston.

Prominski, M. (2014) Andscapes: Concepts of nature and culture for landscape architecture in the 'Anthropocene'. *Journal of Landscape architecture* 1, ss. 6-19. München : European Council of Landscape Architecture Schools.

Påhlsson, L. (red.) 1998. *Vegetationstyper i Norden*. TemaNord 1998:510. Köpenhamn, Nordisk Ministerråd.

Schweenk, W. (2001). Water as an open system. I Dreiseitl, H.(red.) (2001). *Waterscapes - planning, building and designing with water*. Basel: Birkhäuser.

Sleegers, F. & Brabec E. (2014). Linear infiltration systems along urban streets: evaluating aesthetic values. *Journal of Landscape architecture*, 1. München : European Council of Landscape Architecture Schools.

Stahre, P. (2004). *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering : planering och exempel*. Stockholm : Svenskt Vatten.

Svensk vatten (2011). P105. *Hållbar dag -och dränvattenhantering. Råd vid planering och utformning*. Svensk vatten. Solna, litografia Alfaprint AB.

VAV (1983). *Lokalt omhändertagande av dagvatten - LOD : anvisningar och kommentarer*. Svenska Vatten- och avloppsföreningen Publikation VAV P46 , Stockholm : Sv. vatten- och avloppsfören. : Sv. byggtjänst distr.

Watson, B. (2006). *Trees : their Use, Management, Cultivation and Biology: a comprehensive guide*. Ramsbury, The Crowood Press Ltd.

Watson, D. & Adams, M. (2011). *Design for flooding: architecture, landscape and urban design for resilience to flooding and climate change*. Hoboken, N.J. : John Wiley and Sons.

ELEKTRONISKA KÄLLOR:

Alto, A. (2013) *Långsiktigt hållbar dagvattenhantering - vägledning vid val av dagvattenlösningar i stadsmiljö*. Examensarbete inom Institutionen för stad & land, avdelningen för landskapsarkitektur. SLU : Uppsala. [2014-03-05]

Bolund P. & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* 29, ss. 293 – 301. http://www.fao.org/uploads/media/Ecosystem_services_in_urban_areas.pdf [2014-02-28]

Boverket (2010). *Mångfunktionella ytor: klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur*. Karlskrona: Boverket. http://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2010/mangfunktionella_ytor.pdf [2014-02-27]

City of Seattle (2007). *Seattle's natural drainage system, A low-impact development approach to stormwater management*. Seattle public utilities. http://www.seattle.gov/util/groups/public/@spu/@usm/documents/webcontent/spu02_019984.pdf [2014-03-22]

Crutzen, P.J. (2002). Geology of mankind. *Nature* , vol. 415. 3. Jan. <http://nature.berkeley.edu/classes/espm-121/anthropocene.pdf> [2014-04-25]

DMI, Danmarks Meteorologiske Institut (2012) *2. juli - et år siden det københavnske skybrud*. <http://www.dmi.dk/nyheder/arkiv/nyheder-2012/2-juli-et-aar-siden-det-koebenhavnske-skybrud/> [2014-07-10]

DMI (2014) *Voldsomt skybrud over København* <http://www.dmi.dk/nyheder/arkiv/nyheder-2014/08a/vold-somt-skybrud-over-koebenhavn/> [2014-10-07]

Drews m.fl. (2011) Danmarks klimacenter rapport 11-03, *Fremtidige nedbørsændringer i Danmark. En oversigt over den aktuelle viden i sommeren 2011*. DMI.

<http://www.dmi.dk/fileadmin/Rapporter/DKC/dkc11-03.pdf> [2014-10-07]

Ekologgruppen i Landskrona/ Björklund, H, Holmström, C. & Krook, J. (2006) *Svaneholmssjön, biologiska undersökningar*. Skurups Kommun. [2014-04-01]

Ellis, C. E. (2011). *Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere*. Baltimore, Royal society publishing.: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/369/1938/1010.full> [2014-02-27]

Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område (2000). *Europeiska gemenskapernas officiella tidning* L 327/1. Luxemburg: Byrån för Europeiska gemenskapernas officiella publikationer L 327/1. Luxemburg: Byrån för Europeiska gemenskapernas officiella publikationer

http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8756d3d694eeb.0011.02/DOC_1&format=PDF [2014-02-27]

FAWB (2009). *Adoption Guidelines for Stormwater Biofiltration Systems, Facility for Advancing Water Biofiltration*, Monash University, June 2009.

Kazmierczak, A. and Carter, J. (2010) *Augustenborg, Malmö: Retrofitting SUDS in an urban regeneration area. Adaptation to climate change using green and blue infrastructure*. A database of case studies. The University of Manchester http://www.grabs-eu.org/membersArea/files/Database_Final_no_hyperlinks.pdf [2014-03-22]

Kozolowski, T.T. (1997) *Responses of woody plants to salinity*. Victoria : Heron publishing

<http://www.pucrs.br/fabrio/fisicovegetal/Encharcamiento.pdf> [2014-04-25]

Miljöbyggprogram Syd, version 2. (2012). Malmö Stad, Lunds kommun & Lunds Universitet. <http://miljobyggprogramsyd.se> [2014-02-25]

Millennium Ecosystem assessment (2005). *Ecosystems and human well-being : Synthesis*. Island Press, Washington, DC. [2014-02-25]

IPCC (2014). *Climate change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Working Group II, Summary for policy makers. Intergovernmental panel on climate change.

https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WG2AR5_SPM_FINAL.pdf [2014-02-25]

Naturvårdsverket (2010). *Innovativt dagvattensystem i Malmö*. Information fakta. Goda exempel, vatten och avlopp. Lokala Investeringsprogram. Naturvårdsverket. <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-8464-6.pdf> [2014-03-05]

Prince George's County (2007). *Prince George's County Bioretention Manual*. Environmental Services Division, Department of Environmental Resources, The Prince George's County, Maryland. http://www.aacounty.org/DPW/Highways/Resources/Raingarden/RG_Bioretention_PG20CO.pdf [2014-03-22]

SMHI (2013a). *Hur förändras klimatet: Nederbörd*. <http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/nederbord-information-1.22490> [2014-04-03]

SMHI (2013b). *Hur förändras klimatet: Kraftig nederbörd*. <http://www.klimatanpassning.se/hur-forandras-klimatet/nederbord/kraftig-nederbord-1.21297> [2014-04-03]

SMHI (2013c) *Häftigare skyfall i framtida klimat*. <http://www.smhi.se/forskning/haftigare-skyfall-i-framtida-klimat-1.32213> [2014-04-03]

Stahre, P. (2008). *Blue-green fingerprints in the city of Malmö. Malmö's way towards a sustainable urban drainage*. Malmö : VA-SYD. www.vasyd.se/fingerprints [2014-03-22]

Svensk Vatten (2007) M134. *Klimatförändringarnas inverkan på allmänna avloppssystem: underlagsrapport till Klimat och sårbarhetsutredningen*. Östervåla : Svensk Vatten AB. <http://www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Dricksvatten/Takt-till-kran/Klimat/> [2014-04-10]

ÖVRIGA KÄLLOR

Material om *Klimakvarter* kan hittas här:

<http://www.klimakvarter.dk/om-klimakvarter-dk/analyser/>

Följande dokument har använts:

Alectia & Københavns kommune (2012) *Integreret hydrologisk modellering af faskiner i den nordøstlige del af København*.

Klimakvarter (2013). *Københavns første klimakvarter, vision, baggrund og projekter*. Visionskatalog. Københavns kommune & HOFOR

Københavns kommunes skybrudsplan 2012

Københavns første klimakvarter. vision, baggrund og projekter (2013) Visionskatalog. Københavns kommune og HOFOR.

Skybrudsopland Østerbro (2013)

BILDFÖRTECKNING

Kartmaterial från Lantmäteriet används med avtalsnummer I2012/901 Copyright Lantmäteriet.

Kartunderlag från Københavns kommune: Københavnerkortet : <http://kbhkort.kk.dk/cbkort?>

Alla foto och bilder är författarens, utom följande bilder licensierade under Creative Commons:

Klibbal, sid. 62, 64, 65, bearbetat foto från:
“Alnus glutinosa 004” by Nikanos - Own work. Licensed under CC BY-SA 2.5 via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alnus_glutinosa_004.jpg#mediaviewer/File:Alnus_glutinosa_004.jpg

Oxel, sid. 62, 65, 72, bearbetat foto från:
“Sorbus-intermedia-flowers” by Sten Porse - Own photo, taken in Jutland.. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons - <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sorbus-intermedia-flowers.JPG#mediaviewer/File:Sorbus-intermedia-flowers.JPG>

Avenbok, sid 62, bearbetat foto från:
“European hornbeam leaves” by blahedo - Own work (photo by me). Licensed under CC BY-SA 2.5 via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:European_hornbeam_leaves.JPG#mediaviewer/File:European_hornbeam_leaves.JPG

Skogsolvon, sid. 64, bearbetat foto från:
“Viburnum opulus qtl1” by Quartl - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Viburnum_opulus_qtl1.jpg#mediaviewer/File:Viburnum_opulus_qtl1.jpg

Rönn, sid 65, bearbetat foto från:
“Werne-12-07-08 126a” by Mbdortmund - Own work. Licensed under GNU Free Documentation License 1.2 via Wikimedia Commons - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Werne-12-07-08_126a.jpg#mediaviewer/File:Werne-12-07-08_126a.jpg

Fackelblomster, sid. 71, bearbetat foto från:
“Lythrum salicaria 001” by H. Zell - Own work. Licensed under Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lythrum_salicaria_001.JPG#mediaviewer/File:Lythrum_salicaria_001.JPG

Knölsyska, sid. 72, bearbetat foto från:
“Stachys palustris” by Hans Hillewaert - Own work. Licensed under Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stachys_palustris.jpg#mediaviewer/File:Stachys_palustris.jpg

Hampflockel, sid 72, bearbetat foto från:
“Eupatorium cannabinum jfg” by Original uploader was Jeffdelonge at fr.wikipedia - Licensed under Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eupatorium_cannabinum_jfg.jpg#mediaviewer/File:Eupatorium_cannabinum_jfg.jpg

Älgört, sid. 72, bearbetat foto från:
“Filipendula ulmaria 002” by H. Zell - Own work. Licensed under Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Filipendula_ulmaria_002.JPG#mediaviewer/File:Filipendula_ulmaria_002.JPG

Blåtåtel, sid.72, bearbetat foto från:
“Molinia.caerulea.2” by James K. Lindsey - James Lindsey’s Ecology of Commanster Site. Licensed under Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 via Wikimedia Commons - <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Molinia.caerulea.2.jpg#mediaviewer/File:Molinia.caerulea.2.jpg>

Midsommarblomster, sid. 62, bearbetat foto från:
“Geranium sylvaticum”. Licensed under Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 via Wikimedia Commons - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geranium_sylvaticum.JPG#mediaviewer/File:Geranium_sylvaticum.JPG

